Rhinoceros®

NURBS modeling for Windows

訓練手冊

Level 2

R30TML2-9-2005

Rhinoceros Level 2 Training Manual v3.0

Printed in U.S.A.

目錄

範例索引

第一章：簡介

附註：

1 簡介

本書是 Rhino 的 Level 2 訓練課程的教材，本課程是設計給未來將使用或是提供技術支援 Rhino 的使用者。

在本課程中您可以學到許多進階的建模技巧，幫助您更了解 Rhino 及如何在不同的情形下應用 Rhino 的建模工具。

您將會以漸增的速度學習相關技巧，爲了得到最好的成效，在課程每告一段落時，請實際於 Rhino 中操作練習，並參閱 Rhino 的使用手冊和說明檔案以得到更多的相關資訊。

爲期：

三天

參與本課程的條件：

完成 Level I 訓練課程，且俱備三個月的 Rhino 使用經驗。

附註：

課程目標

從 Level 2 課程中，您可以學到如何：

- 自訂工具列及工具列集
- 編寫簡單的指令巨集
- 使用進階物件鎖點
- 距離限制、角度限制和物件鎖點的配合使用。
- 使用編輯控制點的方式建立或修改將用於建立曲面的參考曲線。
- 使用曲率線圖評估曲線。
- 許多的曲面建立技巧
- 重建曲面和曲線
- 控制曲面之間的曲率連續性
- 建立、變更、儲存、復原自訂的工作平面
- 使用自訂的工作平面建立曲面或物件
- 群組物件
- 使用著色技術將物件的評估與分析視覺化
- 在物件周圍或曲面上建立文字物件
- 將平面曲線套用到曲面上
- 從 2D 參考圖或是掃描影像建立 3D 模型
- 整理匯入的檔案和匯出乾淨的檔案
- 使用彩現工具

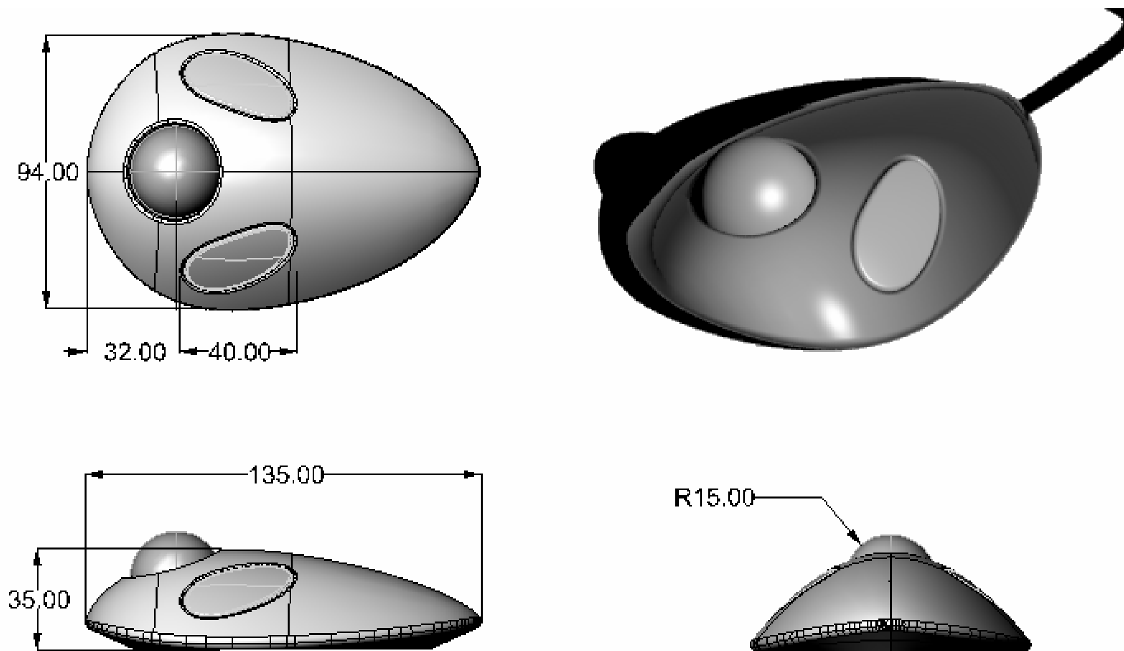
附註：

範例 1 — 軌跡球滑鼠 (熱身)

1 開始一個新模型，另存新檔爲 **Trackball.3dm**。

2 請自行建立這個軌跡球滑鼠模型。

下圖中標註的尺寸單位爲公釐，這些尺寸標註只是做爲參考之用，並不需要非常準確。



第二章：自訂工作環境

附註：

2 自訂 Rhino

工具列配置

工具列配置可用來管理工具列，工具列所包含的是一些指令的按鈕集合。工具列配置儲存於工具列集合檔案中，您可以開啓或儲存這些檔案。在 Rhino 安裝後第一次開啓時所使用的是預設的工具列配置。關閉 Rhino 時，會自動儲存目前的工具列配置狀態。您可以自訂自己的工具列配置，以便在往後的作業中使用。

您可以同時開啓一個以上的工具列集， 可讓您在特定的作業中更有彈性地顯示工具列。

您可以很容易地使用 Rhino 的自訂工具建立、修改工具列或按鈕 ，讓您更有彈性的將數個指令結合成一個指令巨集，以完成更複雜的指令作業。除了自訂工具列以外，您更可以建立指令別名或快速鍵在 Rhino 裡完成許多指令作業。

附註：

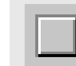
範例 2 — 自訂 Rhino 的操作介面

在這個範例中我們將會建立在本課程中所會用到的按鈕、工具列、指令巨集、別名和快速鍵。

建立自訂的工具列集：

1 開啓模型檔案 **ZoomLights.3dm**。

2 從**工具**功能表中點選**工具列配置**。



編輯工具列配置

3 選取 **Default** 工具列集。

4 從**工具列**對話框的**檔案**功能表中點選**另存新檔**。

5 在**檔名**欄位中鍵入 **Level 2 Training**，按**儲存**。

目前的 default 工具列集會以新的名稱另存一個複本。工具列集檔案的副檔名爲.tb，您將在這個工具列集中自訂您的工作環境。



在工具列對話框中，會列出所有被開啓的工具列集，並列出被選取的工具列集所包含的工具列清單。您可以從核取方塊看出每一個工具列目前的顯示狀態，被勾選代表該工具列目前是處於顯示狀態。

附註：

建立新的工具列：

1 在**工具列**對話框的**工具列**功能表中點選**新增**。

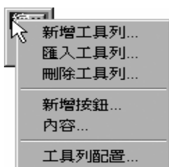
2 在**工具列內容**對話框中，命名這個工具列爲**縮放視圖**，然後按 **OK**。

在 Rhino 視窗中會出現一個只包含一個按鈕的工具列。



3 關閉工具列對話框。

您也可以在浮動工具列的標題列按右鍵，彈出工具列選項和指令清單。



附註：

編輯新建立的按鈕**:**

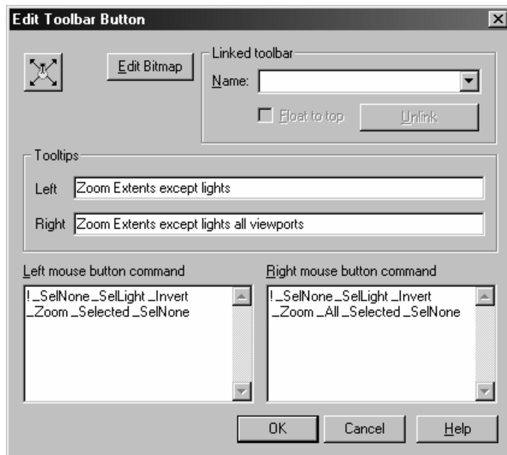
1 按住 **Shift**，並在新建工具列中的空白按鈕上按右鍵。

在**編輯工具列按鈕**對話框中，有設定滑鼠左鍵和右鍵的指令欄位和工具提示欄位。

2 在**編輯工具列按鈕**對話框中，**工具提示**下的左欄位中鍵入**縮放除了燈光以外所有物件的實際範圍**。

3 在右欄位中鍵入**縮放除了燈光以外所有物件的實際範圍(**全部作業視窗**)**。

4 在滑鼠左鍵指令欄位鍵入**! _SelNone _SelLight _Invert _Zoom _Selected _SelNone**



5 在滑鼠右鍵指令欄位鍵入**! _SelNone _SelLight _Invert _Zoom _All _Selected _SelNone**

附註：

變更按鈕圖示：

1 在**編輯工具列按鈕**對話框中，按**編輯點陣圖**按鈕。

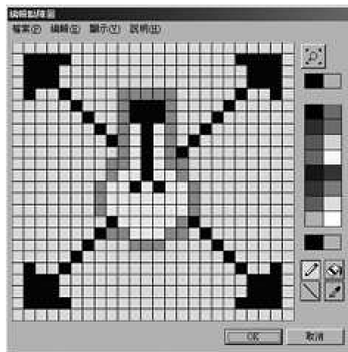
點陣圖編輯器是一個簡易的繪圖程式，用於編輯按鈕圖示。您可以使用它的擷取功能從螢幕上擷取與按鈕同樣大小的圖案，也可以從檔案匯入圖案。

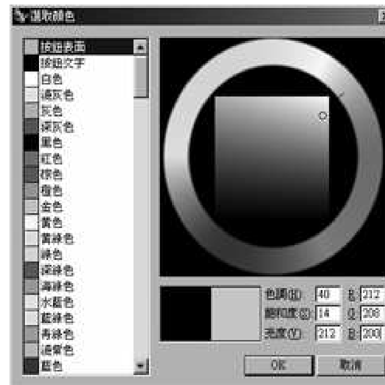
如果匯入的圖案尺寸過大，只有圖案中間的部分會被匯入。

2 從**檔案**功能表中點選**匯入點陣圖**，選取 **ZoomNoLights.bmp**。

您可以匯入相同像素任的何類型的點陣圖檔，建立自己的按鈕圖示。

3 在**編輯點陣圖**對話框中對圖案做一些改變，然後按 **OK**。
雙擊標準調色盤下方的顏色方塊會開啓**選取顏色**對話框，會有更多的顏色可供選擇。





4 按下**編輯點陣圖**對話框中的 **OK**。
您現在可以在**縮放視圖**工具列中看到這個新增的按鈕，或是您也可以將**縮放視圖**工具列連結到其它工具列上的按鈕。



附註：

5 您可以使用這個按鈕啓動兩種視圖縮放功能。

您可以發現這兩種視圖縮放功能在縮放實際範圍的時候都會忽略燈光。

在某些對話框中，您可以使用以下的規則鍵入指令或是指令巨集：

空白字元會被視爲按下 **Enter**。Rhino 的所有指令名稱都不包含空白字元(例如：**SelLight**)，但指令與指令之間必需以空白字元隔開。

如果您的指令巨集需要呼叫名稱有空白字元的檔案、工具列、圖層、物件名稱或路徑，您必需在這些名稱頭尾加上雙引號。

! 跟隨著一個空白字元會被視爲**取消**。通常最好在按鈕的指令前加上**!**，可讓您在按下這個按鈕時取消正在執行中的任何指令作業。

視圖控制指令(例如：**Zoom**)可以在指令執行中使用而不會取消正在執行中的指令作業。例如，您可以在選取 Loft 指令的參考曲線的同時縮放和平移視圖。在指令名稱前加上 **'** (單引號) 代表的是跟著的是一個可巢狀化的指令(可以插入在其它作業中的指令，而不會中斷該指令的作業)。

_ (底線) 以英文指令名稱執行指令。

Rhino 有許多種語言的版本，非英文的版本可能會將指令、提示、指令選項、對話框、功能表**...**等，翻譯成其它語言，在這些版本的 Rhino 上通常無法執行英文的指令名稱。爲了要讓以英文指令名稱編寫的指令碼可以在不同語言版本的 Rhino 上執行，必需強制 Rhino 使用英文的指令名稱。在指令前加上底線後，就等於告訴 Rhino 底線後跟著的是英文的指令名稱，而忽略 Rhino 所使用的語言。(在中文、日文、韓文雙字元版本的 Rhino 中，指令必須以英文輸入，指令選項可以使用英文或中文，以英文輸入選項時必需在選項前加上底線。)

- (連字號) 抑制彈出某些指令的對話框。

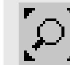
目前 Rhino 的全部指令都可以在指令行中以指令具集執行(即使是預設會彈出對話框的指令)。在指令名稱前加上連字號(-)可以抑制彈出指令的對話框而改用指令提示中的指令選項。

附註：

在指令巨集中加入 **Pause** 可讓指令等待您輸入數值或以滑鼠游標在螢幕上點選，然後再續繼執行指令的其它步驟。像 **Revolve** 這種使用對話框的指令，並不接受從指令巨集輸入數值到對話框中的欄位，請改用它的可指令碼化版本的指令 **-Revolve** (在指令名稱前冠上連字號)，避免彈出對話框，而完全由指令巨集控制該指令。

附註： 以上的規則也適用於以 **ReadCommandFile** 指令執行儲存於文字檔中的指令碼或從剪貼簿貼上指令碼到指令行。更複雜的指令碼可以由 Rhino Script 外掛程式來執行，但大部分的指令碼都可以在基本的指令和指令巨集的規則下做到。以下是幾個編寫指令碼時常用的指令：**SelLast**、**SelPrev**、**SelName**、**Group**、**SetGroupName**、**SelGroup**、**Invert**、**SelAll**、**SelNone**、**ReadCommandFile**、**SetWorkingDirectory**。

連結工具列到按鈕：



縮放實際範圍

1 以 Shift+滑鼠右鍵按下**標準**工具列上的**縮放實際範圍**按鈕。

2 在**連結的工具列**下的**名稱**清單中選取**縮放視圖**，按 **OK**。

您現在可以看到**縮放實際範圍**按鈕右下角會多出一個小白色三角形，這代表有一個工具列與這個按鈕連結。



附註：

3 按住**縮放實際範圍**可以彈出您新建立的只包含一個按鈕的工具列。

如果您關閉了您建立的**縮放視圖**工具列，您可以從這個有工具列連結的按鈕再次開啓這個工具列。

4 試試這個有工具列連結的按鈕。

從一個工具列上複製按鈕到另一個工具列：

1 按住 **Ctrl**，移動滑鼠游標到**標準**工具列最右端的說明按鈕上。

工具提示會提示以滑鼠左鍵拖曳可**複製**這個按鈕到其它工具列，而以滑鼠右鍵拖曳除了會將按鈕**複製**到其它工具列以外，還會將按鈕所在的工具列**連結**到複製的按鈕上。

2 在同一個工作列上**複製**這個按鈕。

3 在**要複製這個按鈕嗎?**對話框中按**是**。



4 按住 **Shift** 並在您剛才複製的按鈕上按滑鼠右鍵，可編輯這個按鈕的內容。

5 在**編輯工具列按鈕**對話框中的**連結的工具列**下的**名稱**清單中選取**主要 1**。

6 刪除**滑鼠左鍵**和**右鍵指令**欄位中的字串。

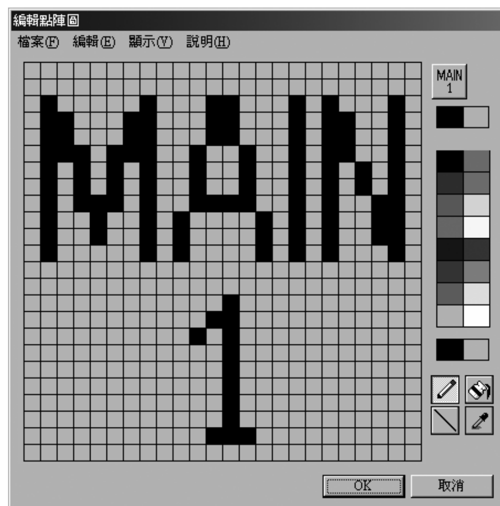
附註：

7 在工具提示的左欄位中鍵入**主要 1** 工具列。



8 按下**編輯點陣圖**按鈕。

9 在**編輯點陣圖**對話框中，清除原來的圖案，然後畫出如下圖一樣的簡單圖案。



附註：

10 關閉所有的對話框回到 Rhino 的主視窗。

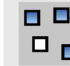
11 取消**主要 1** 工具列的固定狀態，並將其關閉。

12 按住您剛才新建立的按鈕。

主要 1 工具列會立刻彈出來，這可以讓您的作業視窗工作空間比**主要 1** 工具列固定在視窗邊緣時來得大一些。

13 彈出**主要 1** 工具列並將其與連結的按鈕分離，使其保持在顯示狀態下(浮動)。

附註：



複製

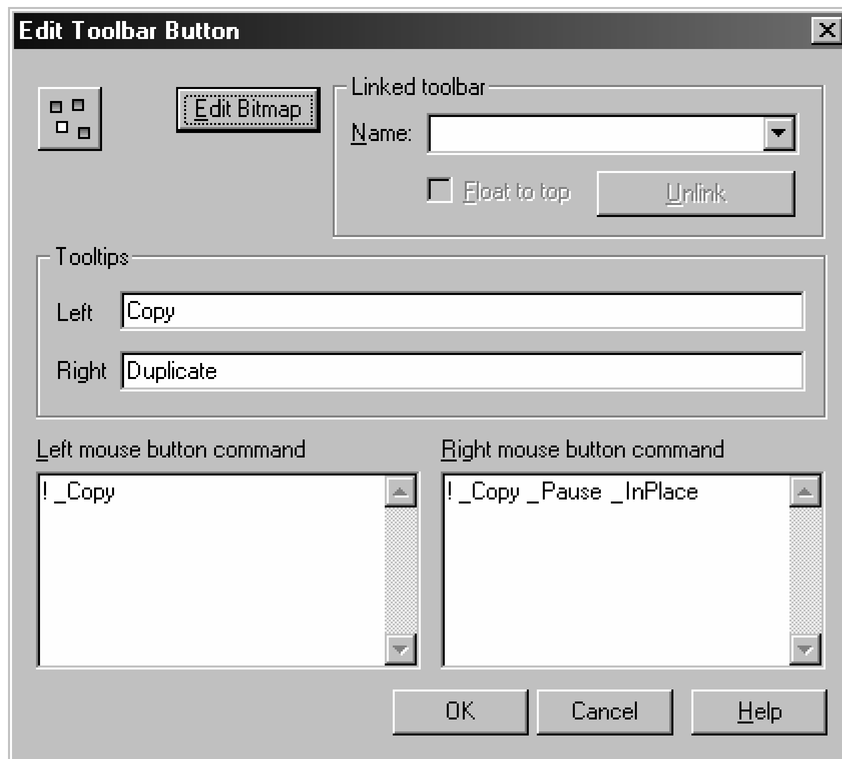
在現存的按鈕中加入指令：

1 按主 **Shift**，並在**主要 1** 工具列的**複製**按鈕上按下滑鼠右鍵。

2 在**編輯工具列按鈕**對話框的**滑鼠右鍵指令**欄位中，鍵入 **! _Copy _Pause _InPlace**

3 在**編輯工具列按鈕**對話框的**工具提示**的**右**欄位中，鍵入**原地複製**。

現在這個按鈕可以讓您在原地複製物件。在往後的課程中，我們會多次使用到這個按鈕。



4 任意選取檔案中的一個物件，然後在**複製**按鈕上按滑鼠右鍵。

5 **移動**之前選取的物件，以便可以看到複製的物件。

指令別名

設定在按鈕裡的指令和指令巨集也同樣可以設定在指令別名中。在 Rhino 裡，指令別名是一項可提高效率的功能。指令別名可以在任何指令可執行的時候啓動，通常在鍵入指令別名後需要按下 **Enter**、**空白健**或**滑鼠右鍵**，以啓動指令別名的功能。

建立指令別名：

1 開啓模型檔案 **Aliases.3dm**。

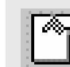
2 從工具功能表中點選**選項**。

3 在 **Rhino 選項**對話框的**別名**頁面下，加入指令別名、指令串或指令巨集。



在**別名**頁面下，左欄是別名、右欄是指令串或指令巨集。在此您可以套用與按鈕指令設定同樣的規則。別名可使用在其它別名的指令巨集或按鈕的指令巨集中。

附註：



選項

命名指令別名時，請使用鍵盤上位置相近的鍵或是重複兩、三次同樣的鍵以便於使用。

附註：

4 按下**新增**建立一個新別名。

我們將會建立一個以使用中工作平面 X 軸或 Y 軸為鏡射軸，垂直或水平鏡射被選取的物件。這在建立以工作平面 X 軸或 Y 軸為中心線且兩側對稱的物件時非常方便。

5 在**別名**欄位鍵入 **MV**，在**指令巨集**欄位鍵入 **_Mirror _Pause 0 1,0,0**。

6 按下**新增**建立另一個新別名。

7 在**別名**欄位鍵入 **MH**，在**指令巨集**欄位鍵入 **_Mirror _Pause 0 0,1,0**。

8 選取一些物件來試試這兩個新建立的別名，在指令行鍵入 **MH** 或 **MV** 然後按 **Enter** 啓動這兩個別名。

如果在別名啓動前沒有預選物件，別名的指令巨集中的 **Pause** 會提示您選取物件。選取物件後再按一次 **Enter** 代表物件已經選取完畢，並開始做鏡射。

匯入指令別名：

1 從**工具**功能表中選擇**指令集**，然後點選**匯入指令別名**。

2 在**開啓文字檔**對話框中，選取 **Aliases.txt**。

在別名文字檔案中含有別名的定義。

3 開啓**選項**對話框查看剛才匯入的指令別名。

快速鍵

使用在按鈕指令設定中的指令、指令串、指令巨集都可以使用在鍵盤快速鍵的設定上。快速鍵可由鍵盤的功能鍵或 Ctrl、Alt、Shift 與字母的組合鍵啓動指令或是指令巨集。

建立快速鍵：

1 從**工具**功能表中點選**選項**。

2 在 **Rhino 選項**對話框的**鍵盤**頁面下，您可以加入指令串或是指令巨集。



有部分的快速鍵已經指定給某些指令，您可以在此套用按鈕指令具集設定的規則。

附註：

3 點選 **F4** 右側的欄位建立一個新的快速鍵。

4 在欄位中鍵入 **_DisableOsnap _Toggle**。

這個快速鍵可以讓您快速地切換物件鎖點的開啓/關閉狀態。

5 關閉對話框，試試看這個快速鍵。

外掛程式

外掛程式是可用來擴充 Rhino 功能的程式。

Rhino 內建了許多外掛程式，您也可以從 Rhino 的網站下載其它外掛程式。

您可以在以下的網頁下載 Rhino 3.0 的額外工具：
http://www.rhino3d.com/download.htm

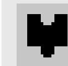
Rhino 3.0 SR4 已內建此額外工具外掛程式。

載入外掛程式：

1 從工具功能表中點選**外掛程式管理員**。

2 在**外掛程式管理員**對話框中，按**安裝**。

附註：



外掛程式管理員

3 在**載入外掛程式**對話框中，瀏覽到 **Plug-ins** 資料夾，開啓一個***.rhp** 檔案。



指令碼

Rhino 支援以 VBScript 編寫的指令碼。

VBScript 是一種由 Microsoft 所發展、支援的程式語言，您必需俱備程式設計能力才能編寫 Rhino 使用的指令碼。幸運的是，VBScript 比起其它程式語言要來的簡單，Rhino 也提供您初學 Script 的教學說明檔。

在本課程中，我們並不會涉及如何編寫指令碼，但我們會學習如何執行指令碼和將指令碼應用在按鈕上。

隨後的指令碼可以列出目前模型的資訊。

附註：

附註：

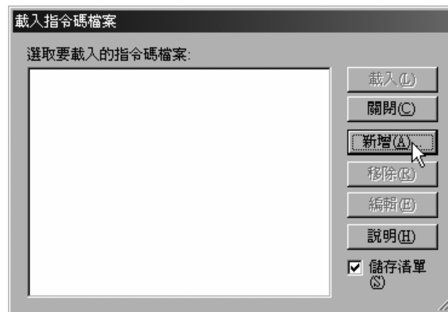
載入指令碼：

1 在指令行鍵入 **LoadScript**，按 **Enter**。

2 在**載入指令碼檔案**對話框中按**新增** 。

3 在**開啓**對話框中，選取 **CurrentModelInfo.rvb** ，然後按**開啓**。

4 在**載入指令碼檔案**對話框中，選取 **CurrentModelInfo.rvb** ，然後按**載入**。

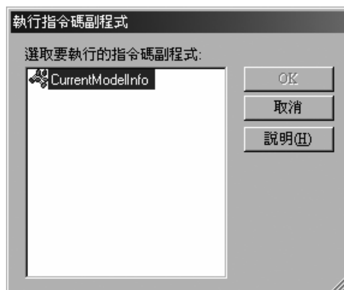




5 **儲存**目前的模型(只有在模型儲存後才能取得模型的資訊)。

6 在指令行中鍵入 **RunScript**，按 **Enter** 。

7 在**執行指令碼副程式**對話框中，選取 **CurrentModelInfo**，按 **OK**。



編輯這個指令碼檔案：

1 在指令行鍵入 **LoadScript**，按 **Enter**。

2 在**載入指令碼檔案**對話框中，選取 **CurrentModelInfo.rvb**，按**編輯**。

3 關閉**載入指令碼檔案**對話框。

建立一個可以載入或執行指令碼的按鈕：

1 從**工具**功能表中點選**工具列配置**。

2 在**工具列**對話框中，勾選**檔案**工具列，然後**關閉**對話框。

3 在**檔案**工具列的**標題**列上**按右鍵**，從彈出的功能表中點選**新增按鈕**。



4 按住 **Shift**，並在**檔案**工具列中新增的空白按鈕上按滑鼠右鍵，編輯這個按鈕。

5 在**編輯工具列按鈕**對話框中的**工具提示**的左欄位中，鍵入**目前的模型資訊**。

6 在**工具提示**的右欄位中，鍵入**載入目前的模型資訊**。

7 在**滑鼠左鍵指令**欄位中鍵入**! -RunScript (CurrentModelInfo)**。

8 在**滑鼠右鍵指令**欄位中鍵入**! -LoadScript "CurrentModelInfo.rvb"**。

9 在**編輯工具列按鈕**對話框中，按**編輯點陣圖**。

附註：

有時候您可能會的到一個警告訊息"找不到指令碼檔案 CurrentModelInfo.rvb"

發生這種情形時，您必需提供這個指令碼檔案所在資料夾的完整路徑。

另一個方法是在 Rhino 選項的檔案頁面下的搜尋路徑欄位中加入檔案路徑 。

附註：

10 在**編輯點陣圖**對話框的**檔案**功能表中點選**匯入點陣圖**，開啓 **CurrentModelInfo.bmp**，按 **OK**。

11 在**編輯點陣圖**對話框中，按 **OK**。

12 試試這個新建的按鈕。

範本檔案

範本檔案也是 Rhino 的模型檔案，用來儲存一些基本的設定。範本檔案包含所有儲存於 Rhino 的 3DM 檔案中的資訊，例如：物件、格線、作業視窗配置、圖層、單位、公差、彩現、尺寸標註、附註**...**等設定。

您可以使用與 Rhino 一起安裝到電腦中的預設範本檔案或使用您自己建立的範本檔案。您可以設定俱有不同特性的範本檔案，用以配合建立特定類別模型時的需要。

不同的預設範本檔案之間的差別在於作業視窗配置與單位設定不同。除此之外，檔案中並不包含幾何圖形，且其它的預設設定都是一樣的。在建立不同的模型時可能需要對其它的設定做變更，您可以將不同的設定儲存在範本檔案中，這些設定包括：彩現網格、角度公差、已命名的圖層、燈光、開始一個新模型時預先建立的幾何物件。

New 指令可以從範本檔案(非必要的)建立新模型，除非您設定從其它範本檔案或模型檔案來開始一個新模型。否則，Rhino 總是會使用預設的範本檔案。

SaveAsTemplate 指令可建立新的範本檔案。

要變更 Rhino 啓動時所使用的預設範本檔案，請**開新檔案**，選取您想要使用的範本檔案，並勾選**當 Rhino 開啓時使用這個檔案**。

附註：

建立範本檔案：

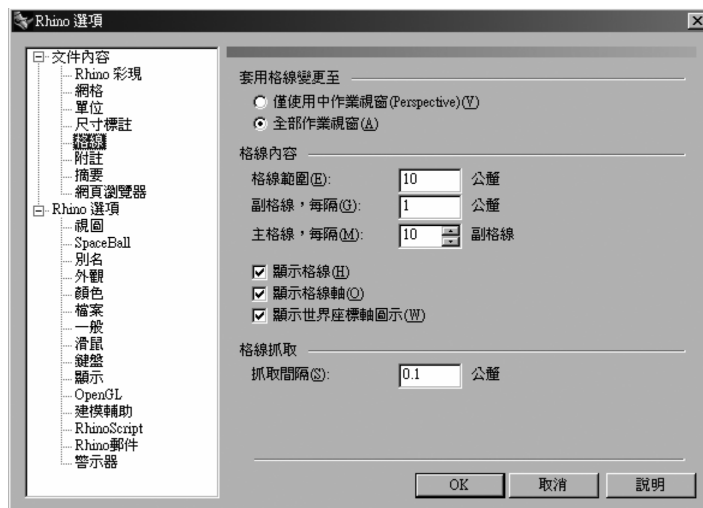
1 開始一個新模型。

2 選取 **Inches.3dm** 爲要使用的範本檔案。

3 從**彩現**功能表中選擇**目前的彩現器**，然後點選 **Rhino** 彩現。

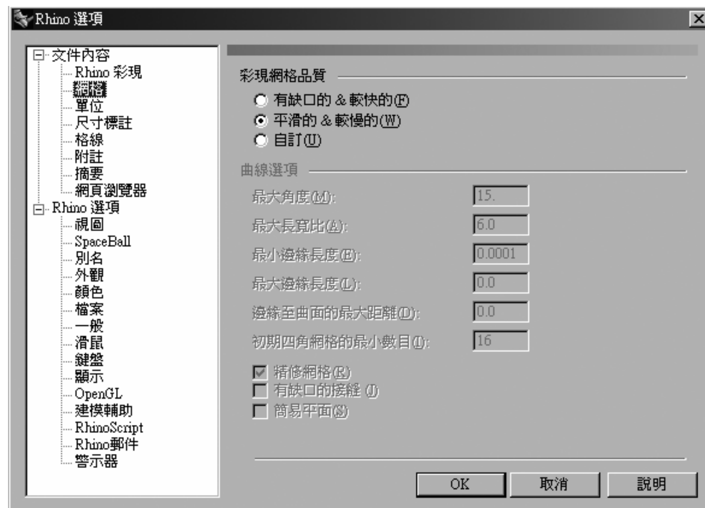
4 從**檔案**功能表中點選**內容**。

5 在**文件內容**對話框的**格線**頁面下，設定**抓取間隔**爲 **0.1**、**副格線每隔**爲 **1**、**主格線每隔**爲 **10** 和**格線範圍**爲 **10**。

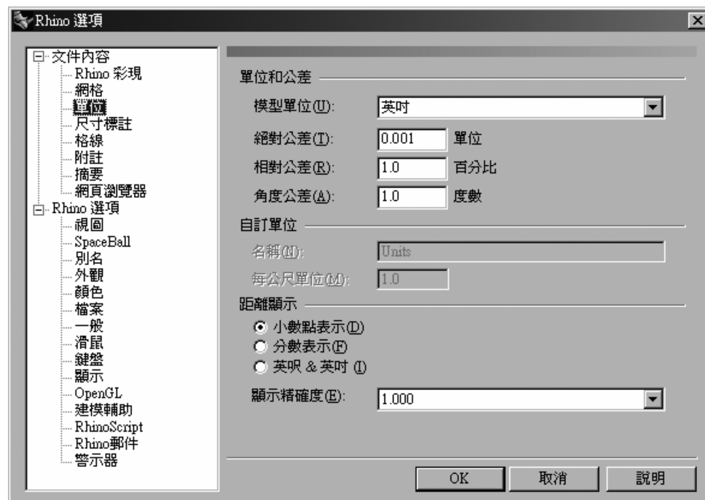


附註：

6 在**網格**頁面下，變更設定爲**平滑的 & 較慢的**。



7 在**單位**頁面下，變更**絕對公差**爲 **0.001** 和**角度公差**爲 **1.0** 度。



附註：

8 在 **Rhino 彩現**頁面下，勾選**使用已關閉圖層上的燈光**。



9 開啓**圖層**對話框，重新命名**圖層 05** 爲 **Lights**、**圖層 04** 爲 **Curves** 和**圖層 03** 爲 **Surfaces**。

切換到 **Lights** 圖層。

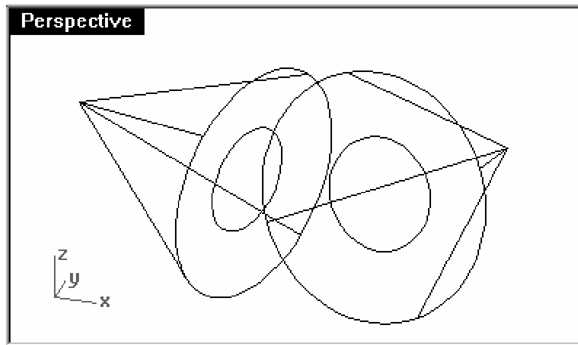
刪除**預設圖層**、**圖層 01** 和**圖層 02**。

關閉對話框。

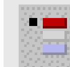


附註：

10 建立兩個聚光燈，使這兩個聚光燈朝著工作平面原點，與 X 軸的夾角大約為 45 度，與工作平面夾角大約 45 度。



11 設定 **Curves** 圖層為唯一可見的圖層。從**編輯**功能表中選擇**一個圖層開啓**，然後選取 **Curves** 圖層。



一個圖層開啓

12 從**檔案**功能表中點選**另存範本**，瀏覽到範本檔案資料夾。

將要新建的範本命名為 **Inches_SmallProduct_001.3dm**。

往後每當您開始一個新模型時都會使用這個檔案和檔案中的設定。您應該要給某些類型的模型設定一個共用的範本檔案，以節省每次開新檔案時做設定的時間。

附註：

設定預設的範本檔案：

1 從**檔案**功能表中點選**開新檔案**。

2 選取您想用來做為預設使用的範本檔案。

3 在**開啓範本檔**對話框中，勾選**當 Rhino 開啓時使用這個檔案**。



第三章：進階建模技巧

3 NURBS 的基本結構

NURBS 曲面總是有一個矩形的基本結構，曲面上的點和參數被歸類爲兩個方向，而且這兩個方向是呈網狀交錯。通常您在建立或操作曲面時並不容易看出這樣的結構。但請記住，了解這種結構有助於您決定使用何種方法建立或編輯幾何物件。

範例 3 — 基本結構

在這個範例中，我們會說明 NURBS 基本結構的組成和討論在建立或編輯幾何物件時需要注意的某些特殊情形。

1 開啓模型檔案 **Topology.3dm**。

您可以在目前的圖層中看到許多曲面和曲線。

2 開啓左側矩形平面的**控制點**。

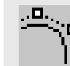
這個矩形平面共有四個控制點，分別位於矩形的每一個角 — 這是一個未修剪過的矩形平面，也是 NURBS 曲面的矩形基本結構。

3 開啓另一個形狀變化較大的曲面的**控制點**。

雖然這個曲面含有更多的控制點，但您可以清楚的看到這些控制點仍是以矩形的樣子排列。

4 選取**圓柱曲面**。

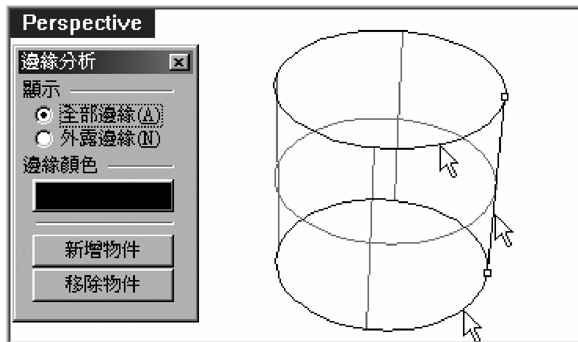
附註：



控制點開啓

這個圓柱側邊的曲面實際上還是存在一個矩形的邊界。

5 使用 **ShowEdges** 指令 (分析功能表：邊緣工具 > 顯示邊緣) 突顯這個圓柱曲面的邊緣。

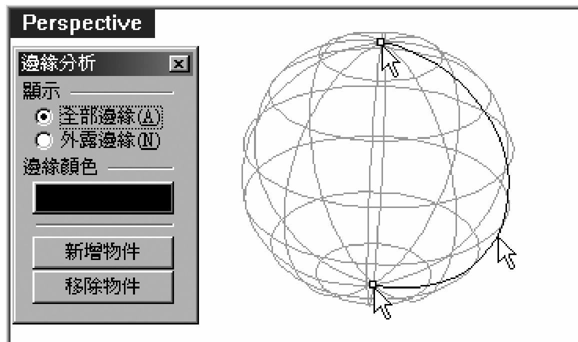


注意在圓柱曲面的側面有一個接縫被突顯出來，這個接縫所代表的是矩形的兩個邊緣，矩形的另外的兩個邊緣是圓柱曲面上方和下方的圓形邊緣(共有四個邊緣)，所以 NURBS 曲面有四個邊緣的基本結構仍然存在這個圓柱曲面上。

6 選取球體。

這個球體就像是一個完全封閉而且平滑的物件，但其上同樣存在一個矩形的邊界。

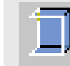
7 使用 **ShowEdges** 指令突顯這個球體的邊緣。



請注意在球體上有一個接縫被突顯出來，這個接縫所代表的是矩形的兩個邊緣，矩形的另外兩個邊緣則匯集到球體的兩個極點。雖然有兩個邊緣變成一個點，但這個球體曲面還是存在著 NURBS 曲面有四個邊緣的基本結構。

當一個未被修剪的邊緣匯集成一個點時，這個點稱爲匯集點。

附註：



顯示邊緣

匯集點是一種特殊的情形，一般來講最好不要讓控制點相互重疊在一起。

如果一個邊緣匯集成一點或邊緣內部的控制點有相互重疊的情形時，可能會造成某些指令作業失敗。除此之外，也可能在某些後端軟體中造成問題。

8 當這個球體還在被選取狀態下時，按 **F11** 再按 **F10**。

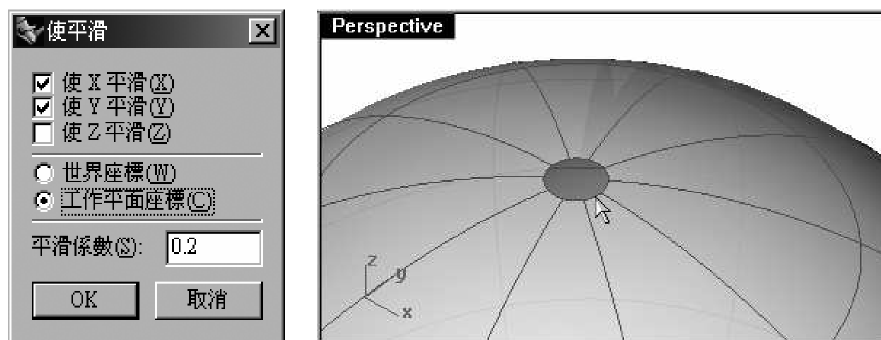
前兩個曲面的控制點會被關閉(**F11**)，球體的控制點會被開啓(**F10**)。

9 以**目標縮放** (視圖功能表: 縮放 > 目標) 放大球體的兩個極點之一。

10 按 **F11** 關閉控制點，選取球體，執行**使平滑** (變形功能表：使平滑) 指令。

11 在**使平滑**對話框中，取消**使 Z 平滑**，按 **OK**。

在球體的兩個極點會各產生一個洞。



ShowEdges 指令會突顯這兩個洞的邊緣。

12 按 **Home** 復原視圖**縮放**。

這是最快的復原視圖變更的方法。

附註：



目標縮放 (右鍵)

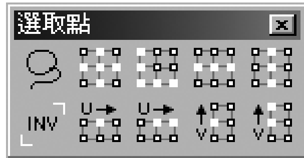


使平滑

附註：

選取控制點：

1 開啓**選取點**工具列。

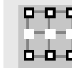


2 開啓球體的控制點。

3 任意選取球體上的一個控制點。

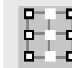
4 按下工具列上的**選取 U 方向**按鈕。

會有一整排的控制點被選取。


選取 U 方向

5 在作業視窗中沒有物件的位置按一下滑鼠左鍵，取消控制點的選取狀態，再選取球體上的另一個控制點。

6 按下工具列上的**選取 V 方向**按鈕。


選取 V 方向

選取點的另一個方向的一整排控制點會被選取。在 NURBS 曲面上總是存在著 U 和 V 兩個方向。

7 您可以自行試試看這個工具列上的其它按鈕。

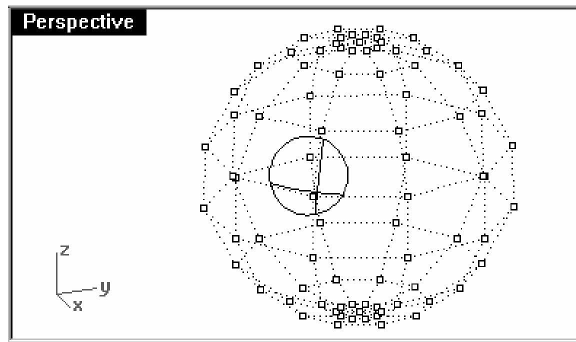
附註：

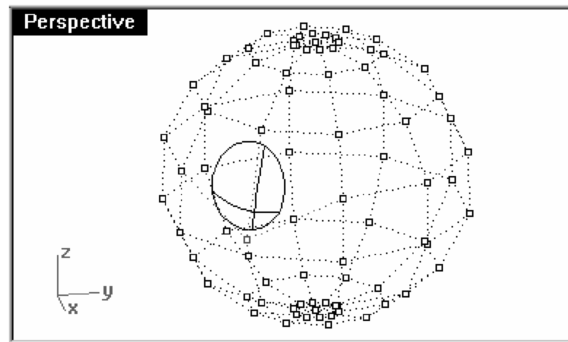
範例 4 —修剪過的 NURBS 曲面

1 開啓模型檔案 **Trimmed NURBS.3dm**。

檔案中的曲面是從一個很大的曲面修剪而來，在這個曲面被取消修剪後仍然俱有 NURBS 曲面有四個邊緣的基本結構。

2 選取這個曲面，並開啓控制點。





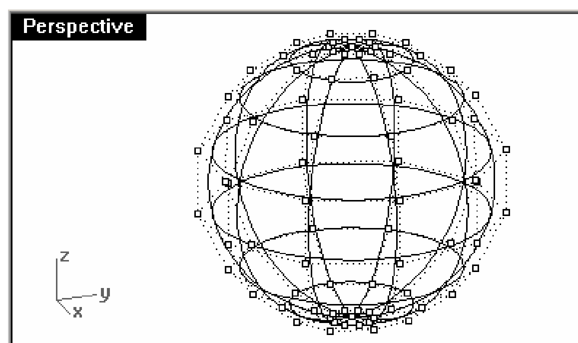
修剪後留下的曲面或是被修剪掉的曲面的控制點都可以被移動。在移動被修剪掉的曲面的控制點時，也可能會使修剪後留下的曲面的修剪邊緣也跟著移動，NURBS 曲面的修剪曲線總是會服貼在曲面上。

附註：

取消曲面的修剪狀態：

1 執行 **Untrim** 指令 (曲面功能表：曲面編輯工具 > 取消修剪)。

2 在**選取要分離的邊界**提示下，點選曲面的邊緣。



曲面會復原到修剪前的原始曲面，修剪曲線也會跟著消失。



取消修剪(左鍵)

3 使用 **Undo** 指令復原到之前的已修剪曲面。

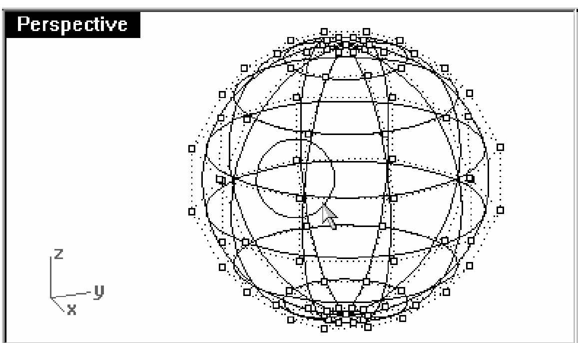
從已修剪曲面分離出修剪曲線：

1 執行 **Untrim** 指令，並設定其指令選項**保留修剪物件=是** (曲面功能表： 曲面編輯工具 > 分離修剪)。



分離修剪(右鍵)

2 在**選取要分離的邊界**提示下，點選取面的邊緣。



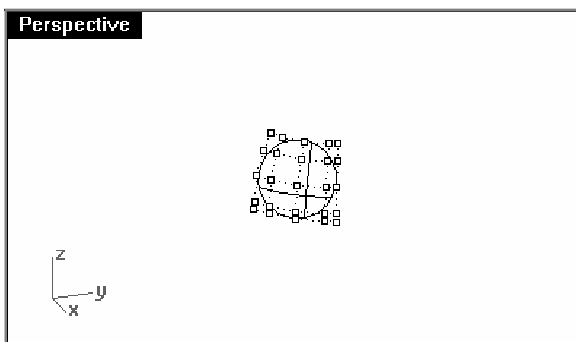
曲面會復原到修剪前的原始曲面，修剪邊緣會轉換成爲曲線，但曲線和曲面之間不再有任何關係。

3 **復原**到之前已修剪的曲面。

縮回已修剪曲面：

1 執行 **ShrinkTrimmedSrf** 指令 (曲面功能表：曲面編輯工具 > 縮回已修剪曲面)。

2 在**選取要縮回的已修剪曲面**提示下，選取曲面，然後按 **Enter** 結束指令。

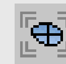


原始的未修剪曲面會被一個面積較小而且比已修剪曲面大一點曲面所取代。雖然您在已修剪曲面上看不到有任何變化，但實際上這個已修剪曲面的原始曲面已經不同了。

附註：



復原(左鍵)



縮回已修剪曲面

附註：

4 建立曲線

在這一節我們會從複習一些建立 NURBS 曲線的概念和技巧開始，這可以讓往後的課程學習過程變的較爲容易理解。曲線建立技巧對於建立曲面有極爲重大的引響，因爲曲面是由參考曲線而建立的，所以曲線的品質會影響到由這些曲線所建立的曲面的品質。

曲線的階數

曲線的階數關係到一個控制點對於一條曲線的引響範圍。

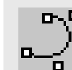
越高階數的曲線的控制點對曲線形狀的引響力越弱，但引響範圍越廣。

在下圖的例子中，五條曲線上同樣有六個控制點，但每條曲線的階數都不一樣。您可以從 **Curve** 指令的**階數**選項設定您所畫出的曲線的階數。

附註：

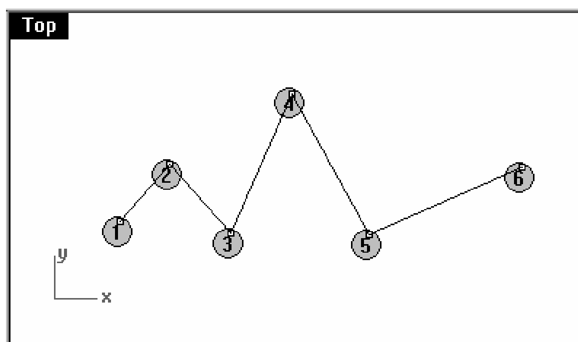
範例 5 — 曲線階數

1 開啓模型檔案 **Curve Degree.3dm**。

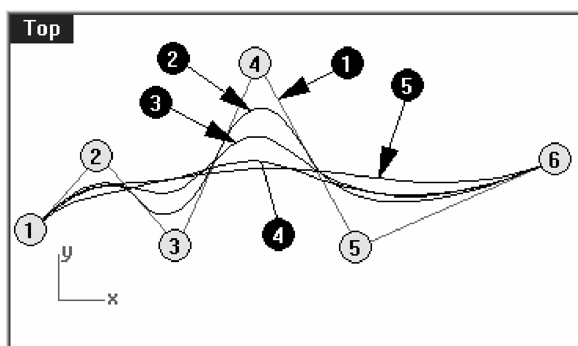


控制點曲線

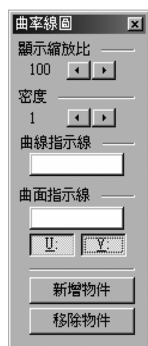
2 執行 **Curve** 指令 (曲線功能表：自由造型 > 控制點)，設定曲線**階數**爲 **1**。開啓**點**物件鎖點，鎖點於每一個**點**畫出曲線。

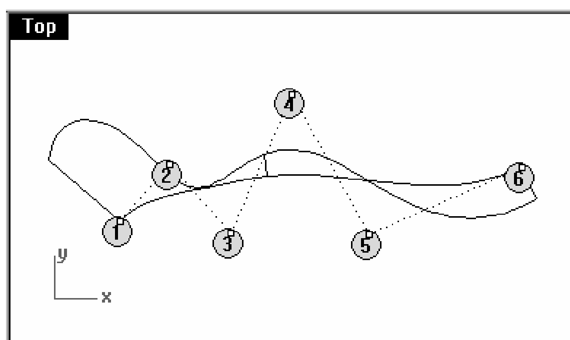


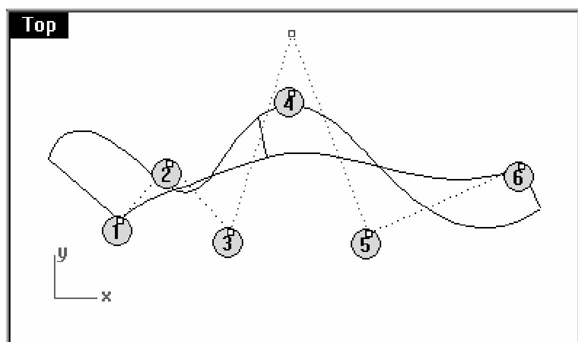
3 執行 **Curve** 指令變更**階數**爲 **2**、**3**、**4** 和 **5**，使用**點**物件鎖點鎖點於每一個點畫出另外四條曲線。

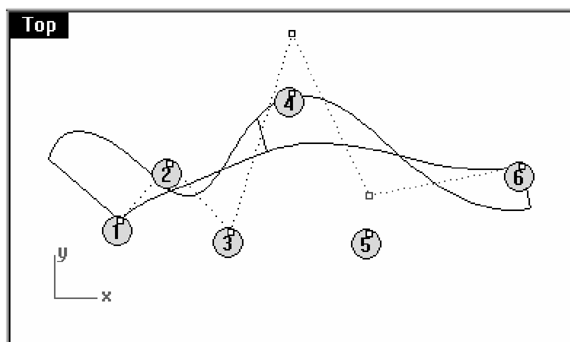


4 以 **CurvatureGraphOn** 指令 (分析功能表：曲線 > 曲率線圖開啓) 開啓其中一條曲線的曲率線圖。曲率線圖顯示的是曲線的曲率變化，曲率是曲率圓半徑的倒數，曲線上曲率圓半徑越小的點的曲率越大。









5 移動某些控制點並觀察曲率線圖的變化。在您移動控制點的時候，注意曲率線圖梳狀線的變化。

6 在每一條曲線上重複以上的步驟。您可以使用**曲率線圖**對話框中的按鈕 新增/移除 要 開啓/關閉 曲率線圖的曲線。

附註：

越高階的曲線的內部連續性會越好。

1 階曲線因爲沒有曲率 (曲率=0)，所以沒有曲率線圖。

2 階曲線內部的連續性(跨距之間的連續性)爲正切連續 — 曲率線圖上的斷差代表的就是這個含意。請注意，斷差是出現在曲率線圖上而不是被分析的曲線上。

3 階曲線內部的連續性爲曲率連續 — 曲率線圖上不會有斷差的情形，但會出現尖銳的波峰和波谷。同樣的，被分析的曲線在這些位置並不會出現銳角。曲率線圖雖然突然改變方向，但曲率並沒有不連續。

4 階曲線內部的連續性爲曲率變化率連續 — 在曲率線圖上沒有尖銳的波峰和波谷。

5 階曲線內部的連續性爲曲率變化率的變化率。曲率線圖上並沒有明顯的特徵，但越高階的曲線的曲率線圖會越平滑。

以 ChangeDegree 指令提高曲線階數並不一定會使曲線內部的連續性變好，但降低曲線階數一定會使曲線內部的連續性變差。

以 Rebuild 指令重建曲線必定會改變曲線的內部連續性。

附註：

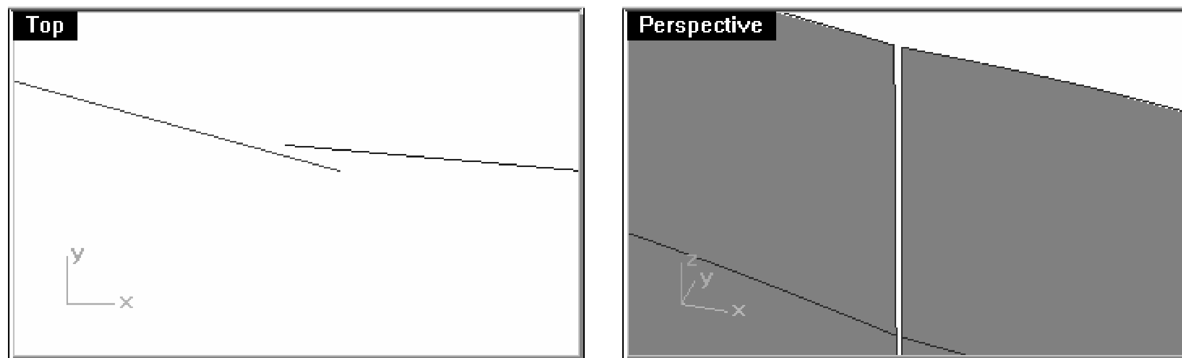
曲線和曲面的連續性

曲面是參考曲線而建立的，必需有高品質的曲線才能建立高品質的曲面。多花些時間了解曲線與曲線之間連續性的概念對往後在建立曲面時會有非常大的幫助。

以常見的曲線和曲面建立的要求來講，我們可以將連續性分成四個等級。

不連續

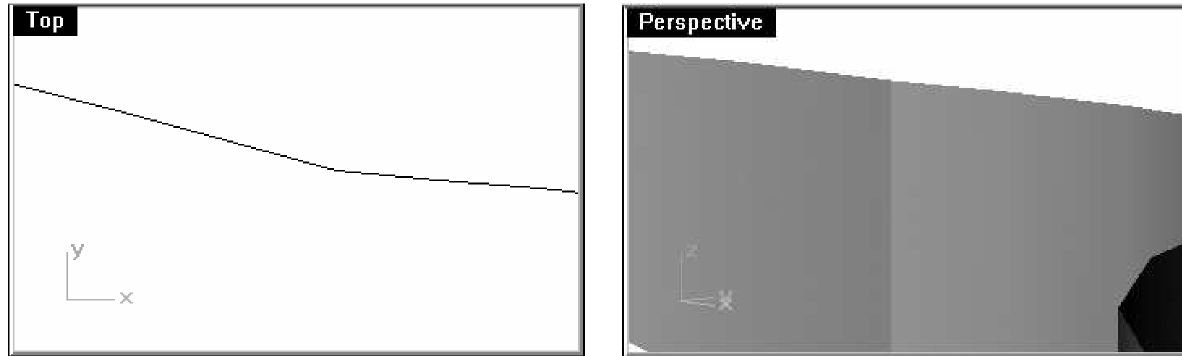
兩條曲線的端點或兩個曲面的邊緣未相接，所以物件之間並沒有連續性可言，也不能組合在一起。



附註：

位置連續 (G0)

兩條曲線端點或兩個曲面邊緣以銳角或銳邊 相接。

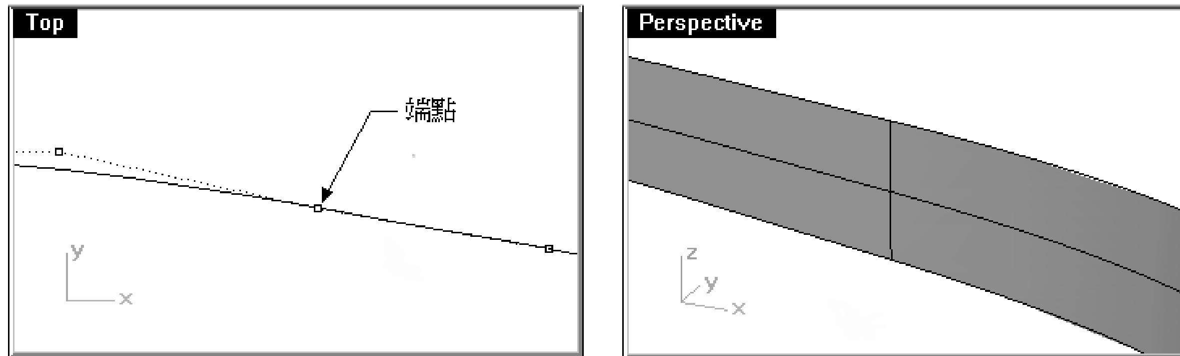


位置連續性是指兩條曲線在相接的共用點處形成一個銳角。在 Rhino 裡，您可以將這兩條曲線組合成爲一條多重曲線，在這條多重曲線上會有一個銳角點，而且這條多重曲線仍然可以被炸開成爲兩條個別的曲線。同樣的，兩個曲面在相接的共用邊緣會形成一個銳邊。在實際作業上，只要兩條曲線端點或是兩個曲面的邊緣相接就可以形成 G0 連續。

附註：

正切連續 (G1)

兩條曲線在共用點或兩個曲面在共用邊緣的切線方向一致。兩條曲線的共用點或兩個曲面的共用邊緣上沒有銳角或銳邊。

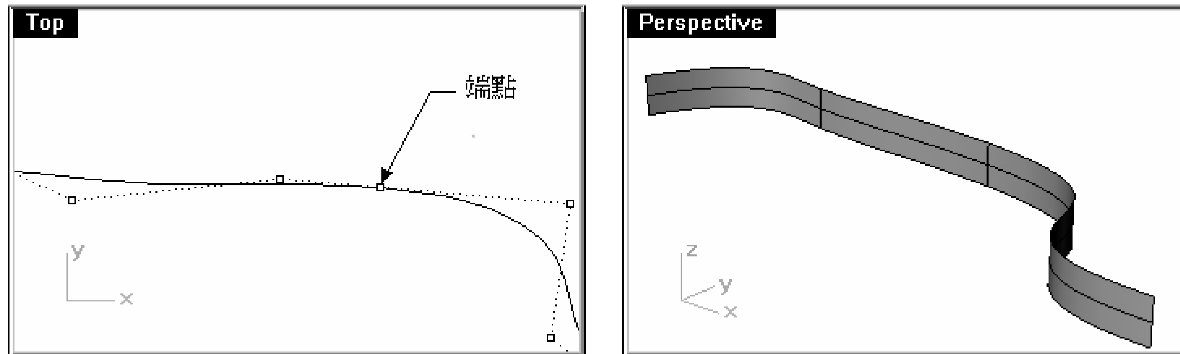


切線是曲線上任一點的方向。兩條曲線是否形成正切連續是由這兩條曲線在端點處的切線方向所決定，形成正切連續時，兩條曲線在端點處的切線方向是一致的。或是說，當兩條曲線在相接點的切線位在同一直線上時，這兩條曲線會被視爲以正切連續相接。兩條曲線形成正切時在共用點上不會有銳角存在。曲線端點的切線方向是由曲線在端點處的前兩個控制點所控制，這兩個控制點之間的連線(直線)就是曲線在端點處的切線方向。爲了要讓兩條曲線以正切連續相接，這兩條曲線的端點上的控制點必需位在同個位置(G0)，而且兩條曲線的第二個控制點必需位在一條通過相接點的直線上，所以共有四個控制點(兩條曲線各提供兩個控制點)位於同一條虛擬的直線上。

附註：

曲率連續 (G2)

兩條曲線在共點或兩個曲面在共用邊緣上除了切線的方向一致以外，曲率圓半徑大小也必需一致。



曲率連續除了必需符合 G0 和 G1 的條件以外，還要達到兩條曲線在共用點處的曲率圓半徑大小一致的要求。曲率連續是您可以控制的最平滑的狀態，但兩條曲線以比曲率連續更平滑的連續性相接的可能性是存在的。

附註： 比 G2 更高等級的連續性是存在的，例如：G3 連續除了符合 G2 連續的要求以外，在兩條曲線的共用點或兩個曲面的共用邊緣處的曲率變化率也必需相同。G4 則是曲率變化曲的變化曲也相同。Rhino 可以建立以 G3 和 G4 連續性相接的曲線和曲面，但並沒有可以檢查或驗證高於 G2 以上連續性的工具。

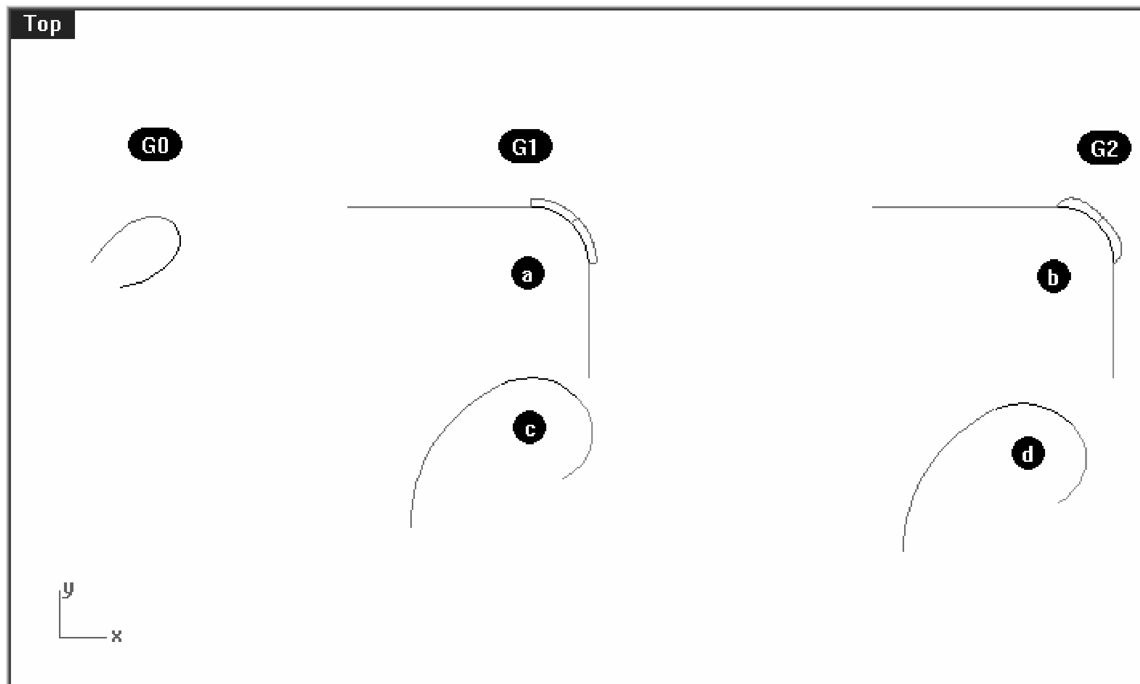
附註：

曲線連續性和曲率線圖

Rhino 有兩個分析指令可以用圖形區別正切連續和曲率連續。在稍後的範例中，我們會使用 **CurvatureGraph** 和 **Curvature** 指令來進一步了解正切連續和曲率連續。

以曲率線圖將曲線之間的連續性圖形化：

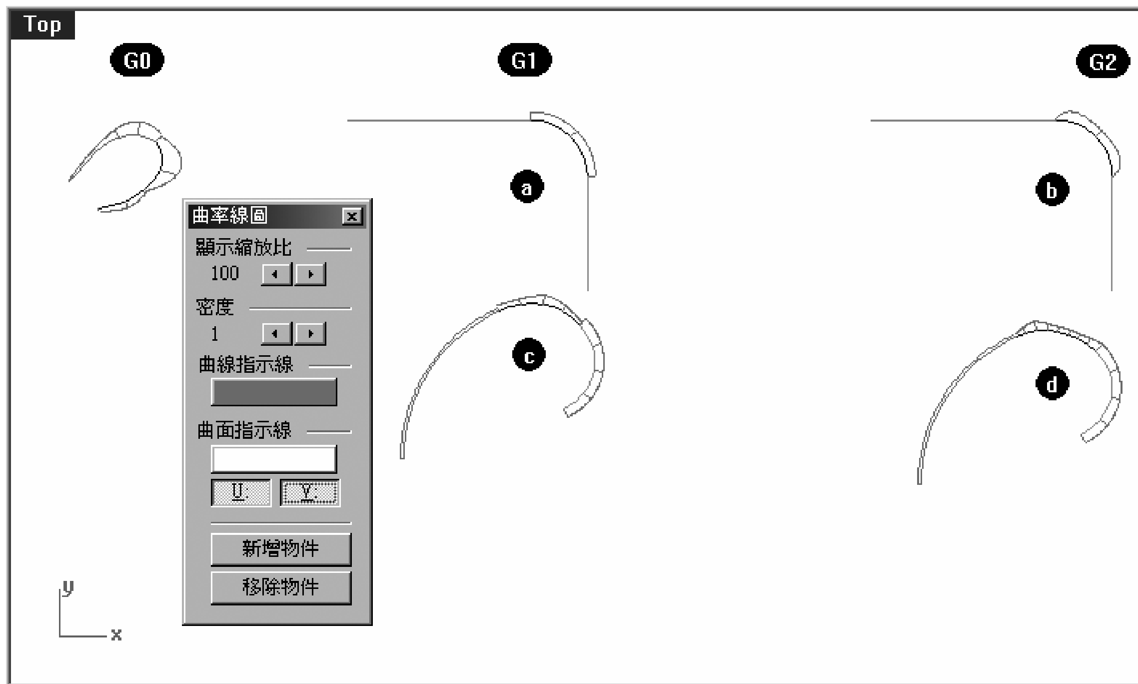
1 開啟模型檔案 **Curvature_Tangency.3dm**。



在這個模型中共有五組曲線，a 和 c 兩組曲線在共用點處是以正切(G1)連續相接，b 和 d 兩組曲線在共用點處是以曲率(G2)連續相接，剩下的一組曲線是以位置(G0)連續相接。

2 按 **Ctrl+A** 選取所有曲線，然後開啓這些曲線的**曲率線圖** (分析功能表 > 曲線 > 曲率線圖開啓)。

設定對話框中的顯示縮放比爲 100。



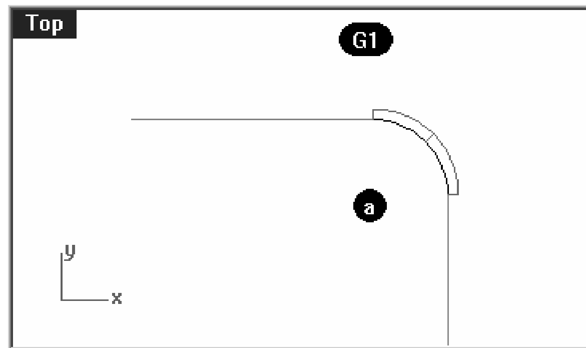
顯示縮放比設定爲 100 時，曲線上的一點的曲率線圖高度等於以模型單位爲單位的曲率數值。

附註：

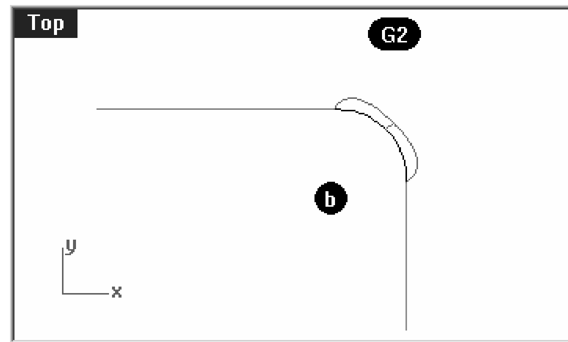
附註：

3 首先，請注意上方的兩組曲線(a 和 b)。

這兩組曲線都含有兩條直線和一條曲線，在直線上並沒有顯示曲率線圖 — 直線沒有曲率(曲率=0)。



以 G1 和兩條直線相接的曲線是一個圓弧，其曲率線圖的高度固定不變，因為圓弧是半徑固定的曲線。



以 G2 和兩條直線連接的曲線的曲率線圖高度在端點處從 0 開始增加，在到達另一個端點時又下降為 0。

在左上圖中所顯示的是曲率不連續的情形 — 曲率線圖突然出現斷差代表曲線在斷差點兩側的曲率不同。

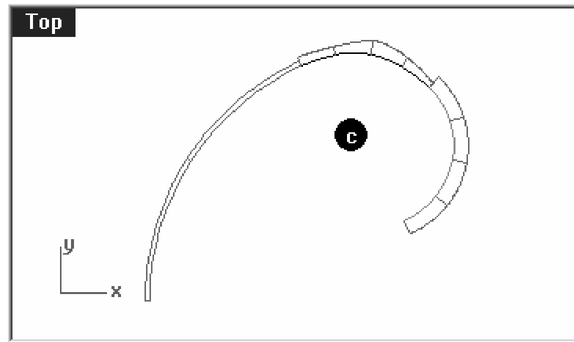
雖然曲率線圖有斷差，但圓弧曲線與兩條直線之間還是平滑地相接，兩條直線是圓弧在兩個端點處的切線。

在右上圖以 G2 相接的曲線中，直線一樣沒有曲率線圖，但中間的曲線以不同於 G1 的情形與兩條直線相接。 這條曲線在與第一條直線的共用點處的曲率線圖高度為 0，然後逐漸提高高度，到達與第二條直線的共用點處又下降為 0。因為曲率線圖的高度並不是固定的，所以這條曲線的曲率圓半徑也不是固定的。因為直線的曲率線圖高度為 0，而與直線相接的曲線的曲率線圖高度也是從 0 開始增加，所以兩條直線和曲線之間的曲率並沒有出現斷差。在右上圖的例子中，以 G2 相接的曲線不僅在共用點處的切線方向一致，而且曲率相等。曲率沒有斷差的情形會被視為 G2 或曲率連續。

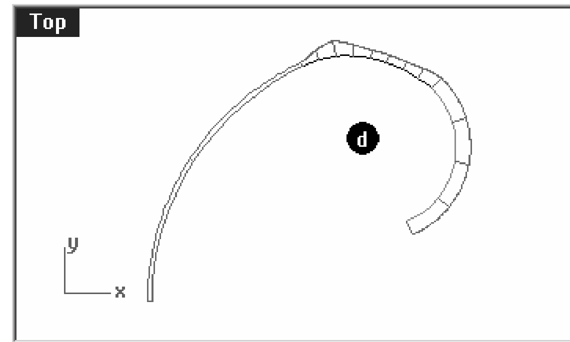
附註：

4 再看看 c 和 d 兩組曲線。

這兩種情形也是 G1 和 G2 連續，但因爲這兩組曲線之中並沒有直線，所以曲率線圖會出現在所有的曲線上。



同樣的，在以 G1 相接的曲線在共用點處的曲率線圖會出現斷差。在這組曲線中間的曲線並不是曲率半徑固定的圓弧，其曲率線圖在中段較爲突出。



在以 G2 相接的曲線上，中間的曲線在與其它兩條曲線的共用點處的曲率線圖高度相同，在曲率線圖上並沒有出現斷差的情形，兩條曲率線圖外側的曲線相接在一起。

附註：

以曲率圓驗證曲線之間的連續性：

1 執行 **Curvature** 指令 (分析功能表 > 曲率圓) 選取 c 組位於中間的曲線。

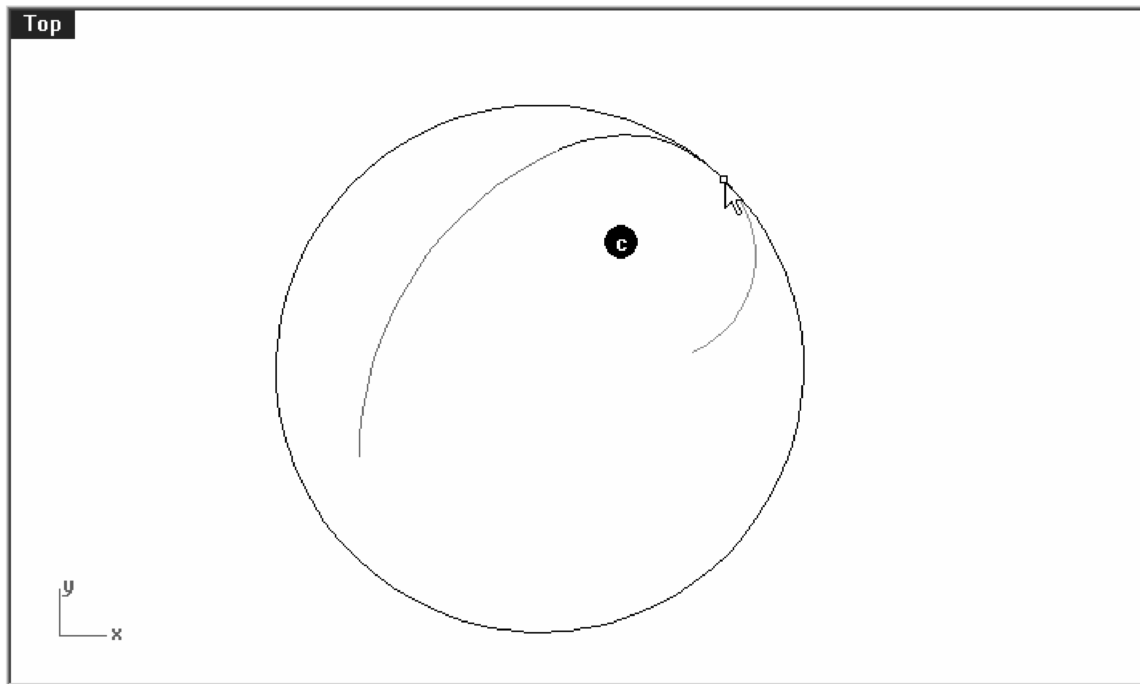
顯示的圓是曲線上指定點的曲率圓，並會在狀態列上顯示曲率圓半徑數值 — 這個圓是由曲線上的指定點量測得到的圓心和半徑所畫出的。

2 沿著曲線拖曳游標。

請注意，曲線上曲率圓最小的點也是曲率線圖最高的點，因爲曲率是曲線上指定點的曲率圓半徑的倒數。

3 在指令行中點選**標示曲率**選項，將其設定爲**是**。

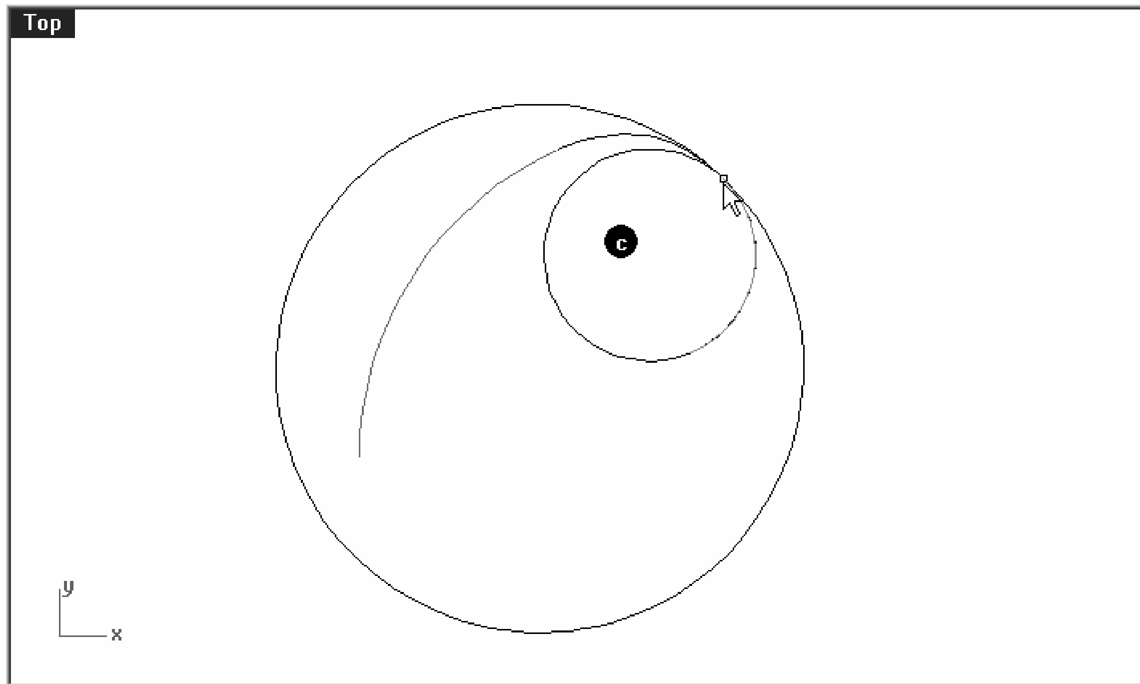
移動游標到曲線端點處時按滑鼠左鍵，畫出這條曲線在端點處的曲率圓。



附註：

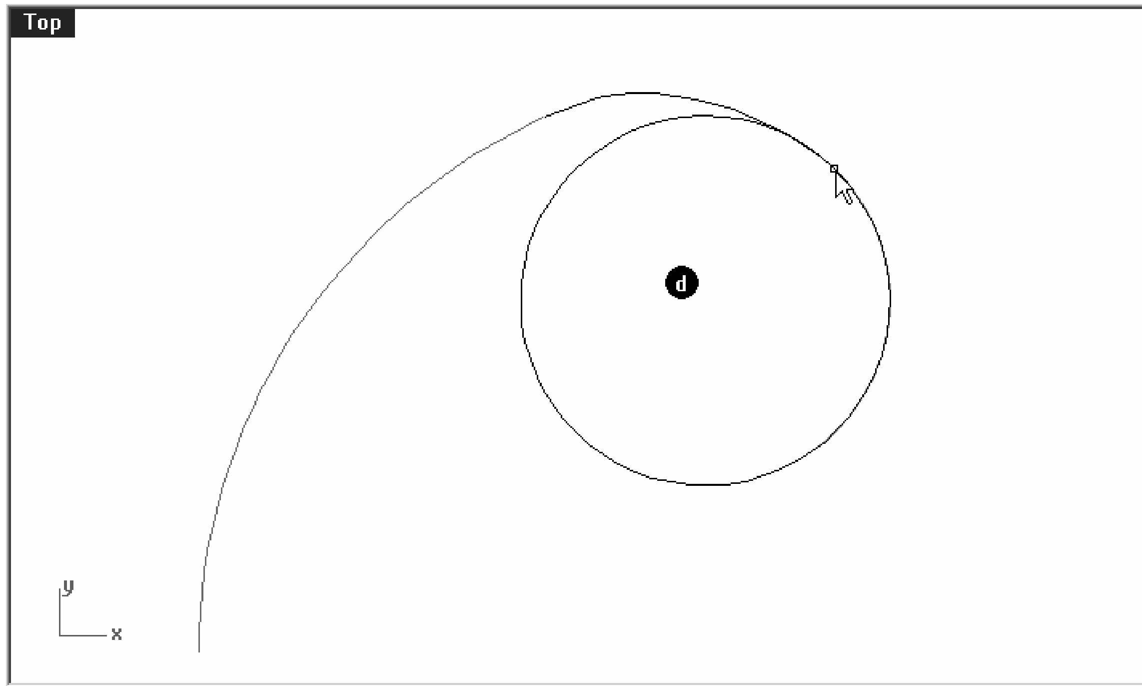
4 結束指令，並重新執行指令，選取與前一條曲線共用端點的另一條曲線，並在共用點處按滑鼠左點。

畫出這條曲線在端點處的曲率圓。



畫出的兩個圓大小差異非常明顯，這同樣代表著兩條曲線在共用點處的曲率不連續。

5 重複以上的步驟畫出 d 組兩條曲線在共用點處的曲率圓。



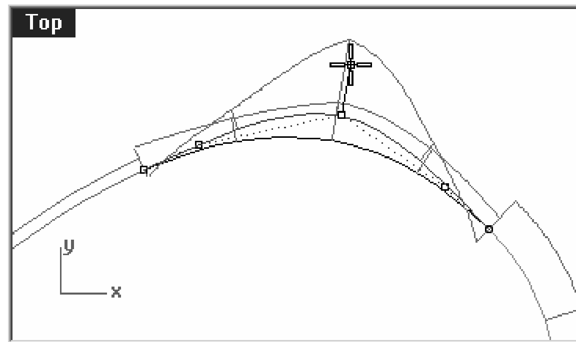
請注意，這次兩條曲線在共用點處畫出的兩個圓的大小相同，表示這兩條曲線在共用點處以曲率連續相接。

附註：

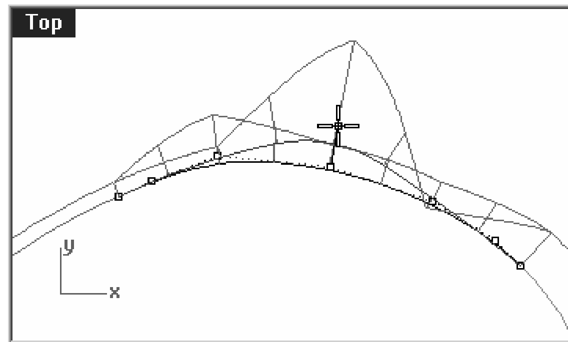
附註：

6 最後，開啓 c 和 d 兩組曲線中位於中間的曲線的控制點。選取兩條曲線**最中間的**控制點，並將其移動看看。

請注意，不論曲率線圖如何改變，中間的曲線與兩側曲線之間的連續性並不會改變。

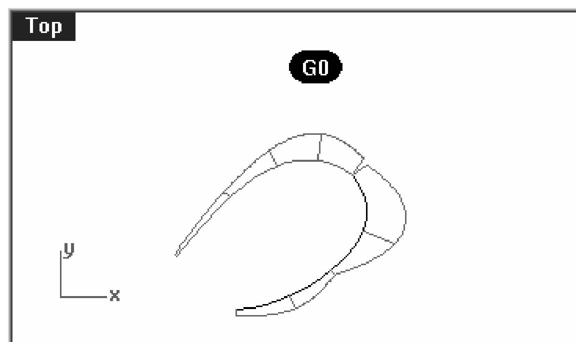


以 G1 連接的曲線的曲率線圖仍然有斷差，但斷差的大小會隨著控制點的移動而改變。

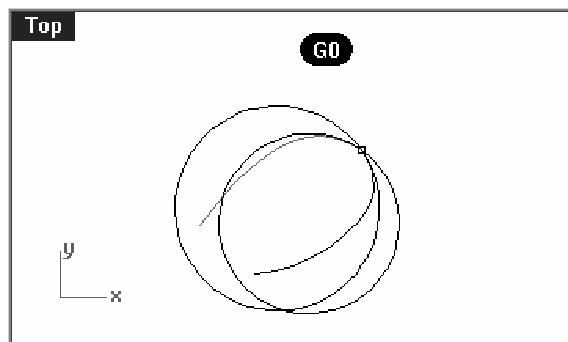


以 G2 連接的曲線的曲率線圖雖然會出現銳角，但使終相接在一起。

7 我們現在來看看以 G0 相接的曲線的曲率線圖。



請注意曲率線圖上的缺口，這個缺口代表兩條曲線在共用點處形成銳角，兩條曲線以 G0 或是位置連續相接。



以 G0 相接的兩條曲線在共用點處的曲率圓除了大小不同以外，兩個曲率圓也不會形成正切，而且會有交點，代表兩條曲線在共用點處的切線方向不同。

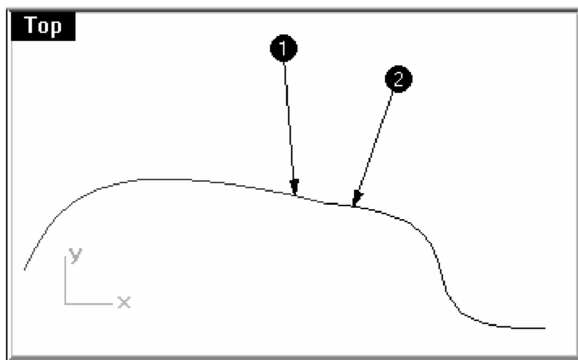
範例 6 — 曲線連續性

1 開啓模型檔案 **Curve Continuity.3dm**。

兩條曲線很明顯地沒有達到正切連續，您可以使用 **GCon** 指令來驗證。

2 執行 **GCon** 指令 (分析功能表：曲線 > 幾何連續性).

3 點選在兩條曲線的共用點附近(**1** 和 **2**)。



Rhino 會在指令行中告訴您這兩條曲線的端點並未相接：

曲線端點差距 = 0.0304413
正切公差 (度數) = 10.2772
曲率公差半徑 = 126.531
曲率方向公差 (度數) = 10.2772
曲線端點在公差外。

附註：

G?

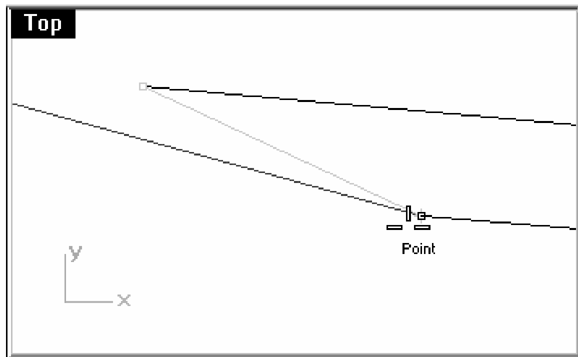
幾何連續性

附註：

使兩條曲線形成位置連續：

1 開啓兩條曲線的控制點，並將共用點在視圖中放大。

2 開啓**點**物件鎖點，將一條曲線端點上的控制點拉到另外一條曲線端點上的控制點。



3 再次執行 **GCon** 指令。

指令行上的訊息與之前不同：

曲線端點差距 = 0
正切公差 (度數) = 10.3069
曲率公差半徑 = 126.771
曲率方向公差 (度數) = 10.3069
曲線爲 G0。

4 **復原**以上的步驟。

以 **Match** 指令銜接兩條曲線形成位置連續：

Rhino 的 **Match** 指令裡有一個選項可以對曲線自動做這樣的調整。

1 試著這樣做，執行 **Match** 指令 (曲線功能表：曲線編輯工具 > 銜接)。

2 在**選取要變更的開放曲線 — 選靠近端點處** 提示下，在共用點附近點選一條曲線。

3 在**選取要銜接的開放曲線 — 選靠近端點處** (曲面邊緣) 提示下，在共用點附近點選另一條曲線。

在預設的情形下，第一個被點選的曲線會被改變形狀以與另一條曲線銜接。您也可以在**銜接曲線**對話框中勾選**均分曲線**，使兩條曲線在銜接時做平均的改變。

4 在**銜接曲線**對話框中，勾選**位置**和**均分曲線**。

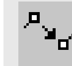


5 再次執行 **GCon** 指令。

指令行中的訊息爲：

曲線端點差距 = 0
正切公差 (度數) = 10.2647
曲率公差半徑 = 126.708
曲率方向公差 (度數) = 10.2647
曲線爲 G0。

附註：



銜接曲線

附註：

範例 7 — 正切連續

稍早我們曾經提到如何安排控制點才能滿足讓兩條曲線形成正切連續(G1)的要求 — 兩條曲線末端控製點必需在同一位置，而且兩條曲線的末端控制點和第二個控制點必需落於同一直線上。雖然 **Match** 指令可以自動完成這樣的要求，但使用 Rhino 的其它指令以手動移動控制點的方式要達到 G1 的要求並不困難。

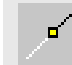
我們將會用到 **Move**、**SetPt**、**Rotate**、**Zoom Target**、**PointsOn** (**F10**)、**PointsOff** (**F11**)和 **End**、**Point**、**Along**、**Between** 物件鎖點及 **Tab** 限制，以不同的方法使兩條曲線達成正切連續。

首先，我們會建立一些在此範例中會使用到的指令別名。

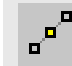
建立 Along 和 Between 的指令別名：

Along 和 **Between** 是單次使用的物件鎖點模式，您可以在**工具**功能表中的**物件鎖點**下找到這兩個物件鎖點模式。物件鎖點只能在指令啟動後提示指定點的時候使用，我們會建立這兩個物件鎖點的指令別名。

1 在 **Rhino 選項**對話框的**別名**頁面下，按**新增**按鈕，然後在**別名**欄位鍵入 **a**，在**指令巨集**欄位鍵入 **Along**。



軌跡直線上



兩點間

2 在**別名**欄位中鍵入 **b**，然後在**指令巨集**欄位中鍵入 **Between**。

3 關閉 **Rhino** 選項對話框。

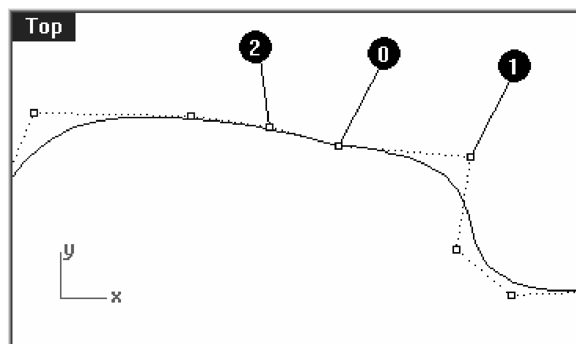
附註：



使用 **Rotate** 指令和 **Tab** 限制調整控制點改變連續性：

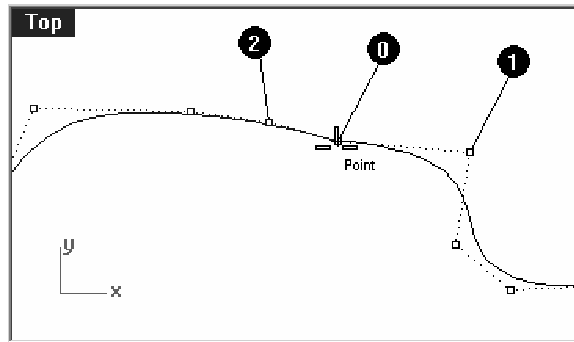
1 開啓兩條曲線的**控制點**。

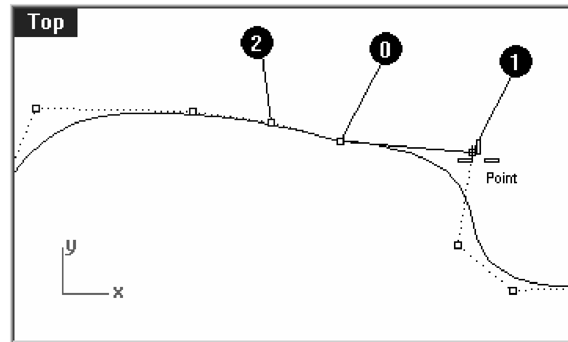
2 選取**控制點(1) —** 從曲線端點算起的第二個控制點。



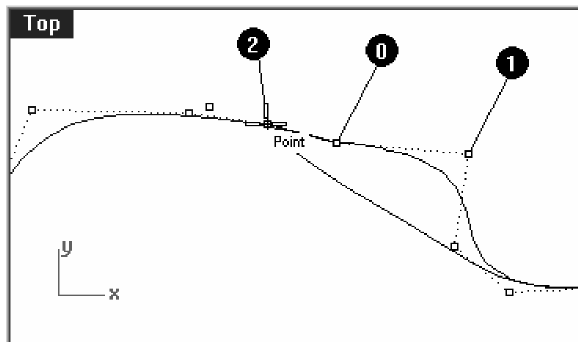
3 執行 **Rotate** 指令 (變形功能表：旋轉)。

4 鎖點於兩條曲線的共用點**(0)**做爲旋轉中心點，鎖點於被選取的控制點爲第一個參考點。





5 在提示指定第二個參考點時，請確定點鎖點仍然在作用中。移動游標到另一條曲線的控制點**(2)**，但不要點選。在畫面上顯示點物件鎖點提示時，表示標記已經鎖定在這個控制點上，按一下 **Tab** 鍵 **— 不要按滑鼠鍵**。



附註：

Tab 方向限制

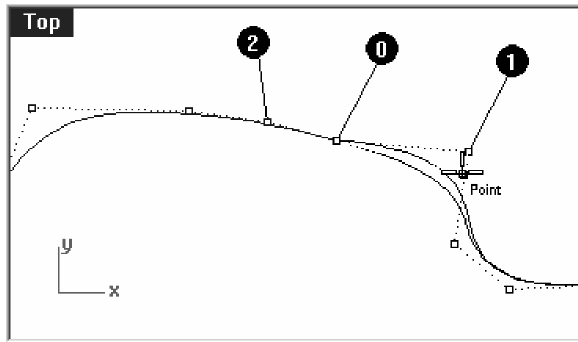
在按下 Tab 鍵後，Tab 方向限制會限制標記的移動方向。Tab 方向限制可以在拖曳物件或是畫曲線或直線時使用。

在 Rhino 要求指定一個點的時候按一下 Tab 鍵可以啓動方向限制。在按下 Tab 鍵後，標記會被限制在上一個指定點與按下 Tab 鍵時標記所在點形成的直線方向上。

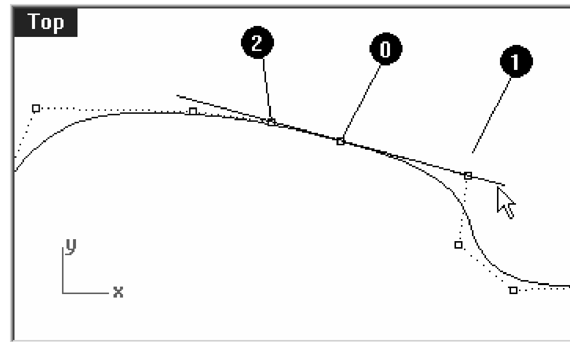
在方向鎖定啓動後，您可以再按一次 Tab 鍵取消鎖定。要再設定新的鎖定方向時再按一次 Tab 鍵。

附註：

6 移動游標到另外一條曲線上，標記的移動方向會被限制在旋轉中心點和第二條曲線的第二個控制點(在您按下 Tab 鍵時標記鎖定的點)之間的直線上。您現在可以在第二條曲線的對面指定一點。



在旋轉時，Tab 方向限制會使用旋轉中心點而不是旋轉的第一個參考點做爲方向限制直線的通過點。

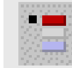


旋轉的終點會精確的位於旋轉中心點和第二條曲線的第二個控制點所形成的直線上。

附註：

使用兩點間物件鎖點調整控制點改變連續性：

1 使用 **OneLayerOn** 指令開啓 **Curves 3d** 圖層，其它圖層會全部關閉。



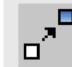
一個圖層開啓

2 以 **GCon** 指令檢查兩條曲線之間的連續性。

3 開啓兩條曲線的**控制點**。

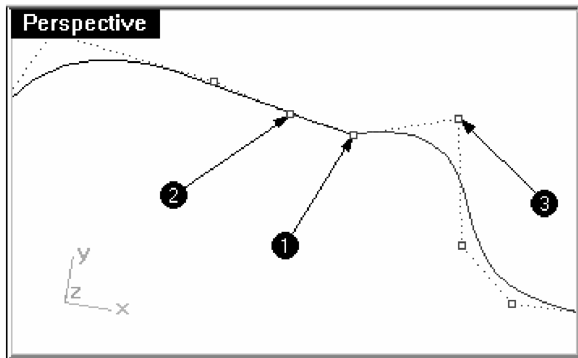
4 框選兩條曲線在共用點處的控制點(1)。

5 以 **Move** 指令 (變形：移動) 移動兩個控制點。



移動

6 在**移動的起點** (垂直=否) 提示下，鎖點於同樣的點(1)。

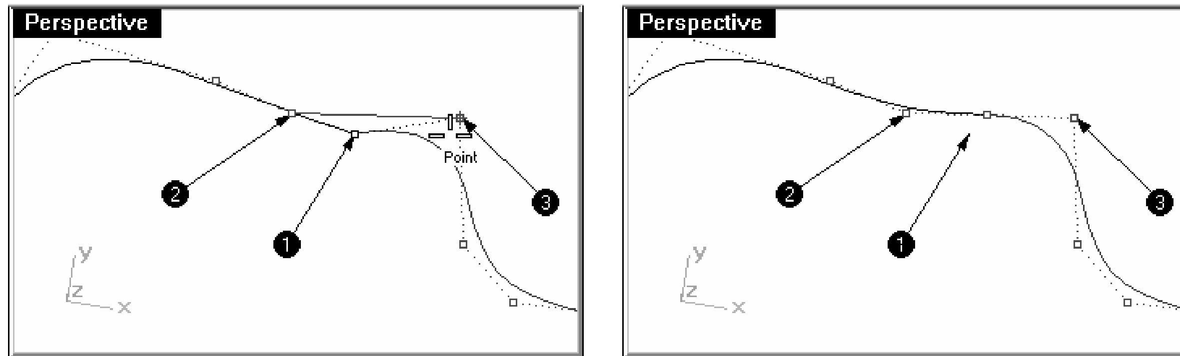


7 在**移動的終點**提示下，鍵入 **b**，按 **Enter**，啓動**兩點間**物件鎖點。

8 在**第一點**提示下，指定一點於一條曲線的第二個控制點(2)。

附註：

9 在**第二點**提示下，指定第一點於另一條曲線的第二個控制點(3)。



兩條曲線的共用點會被移動到兩條曲線的第二個控制點間的中點，將四個控制點對齊。

10 檢查兩條曲線之間的連續性。

使用軌跡直線物件鎖點調整控制點改變連續性：

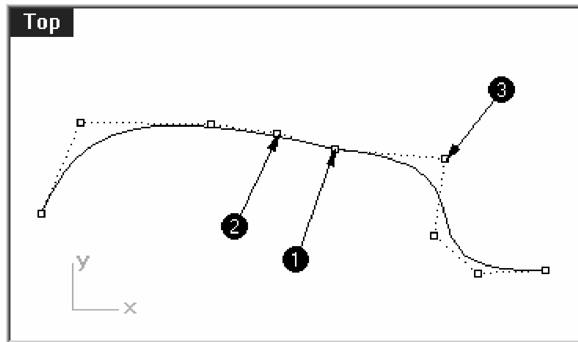
1 **復原**之前的指令作業。

2 選取其中一條曲線的第二個控制點(2 或 3)。

3 以 **Move** 指令 (變形：移動) 移動被選取的控制點 。

附註：

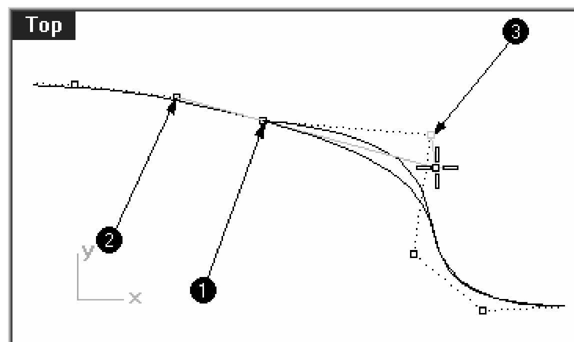
4 在**移動的起點(** 垂直=否 **)** 提示下，鎖點於被選取的點做爲移動的起點。

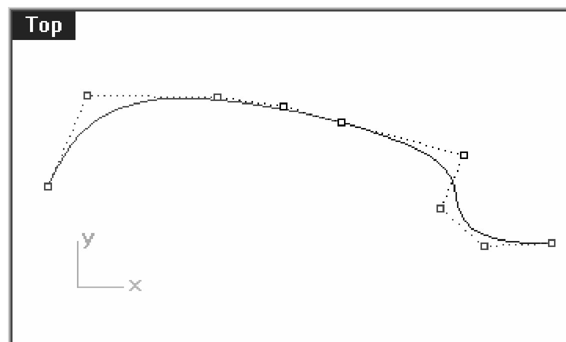


5 在**移動的終點**提示下，鍵入 **a**，按 **Enter**，啓動軌跡直線物件鎖點。

6 在**軌跡線起點**提示下，鎖點於另一條曲線上的第二個控制點。

7 在**軌跡線終點**提示下，鎖點於兩條曲線的共用點(1)。





被移動的控制點會被限制在通過最後兩個鎖定點的直線上。指定一點，使四個控制點對齊在一直線上。

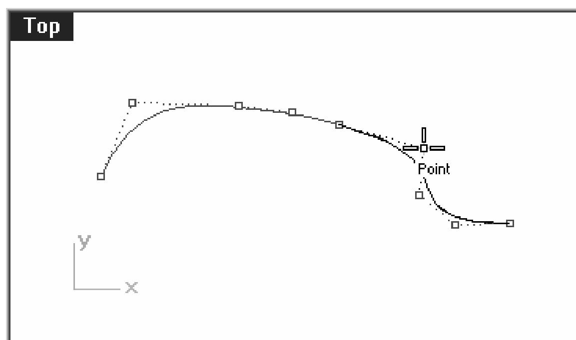
8 檢查兩條曲線之間的連續性。

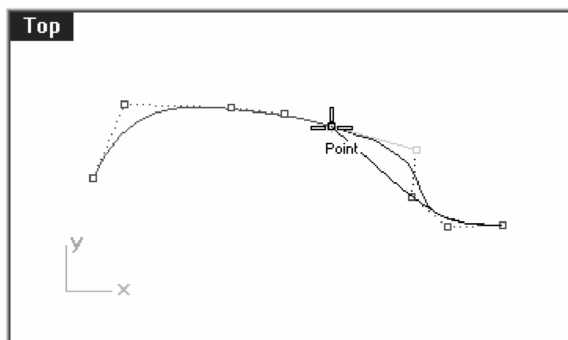
附註：

編輯曲線而不破壞曲線之間的正切連續：

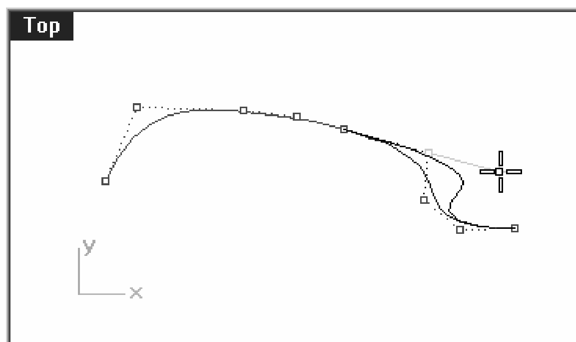
1 框選兩條曲線的共用點或任一條曲線的第二個控制點。

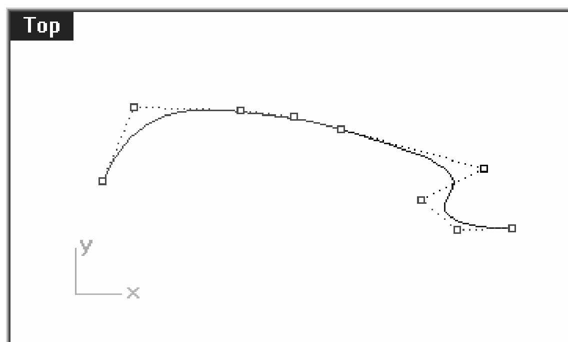
開啟**點**物件鎖點，拖曳被選取的控制點到形成正切的四個控制點中其它的控制點。





2 在螢幕上出現**點**物件鎖點提示時，不要放開滑鼠左鍵，按下 **Tab** 鍵，啓動 **Tab** 鍵方向限制。





因爲被選取的控制點的移動被限制在 Tab 鍵方向限制直線上，所以您在拖曳控制點時並不破壞兩條曲線間的正切連續。在任何位置放開滑鼠左鍵，放置被移動的控制點。

3 在任何位置放開滑鼠左鍵，放置被移動的控制點。

當您在編輯兩條以 G1 連續相接的曲線時，只要形成 G1 的四個控制點移動後仍然落於原來四個控制點所在的直線上時，可以維持 G1 連續不被破壞。

您可以使用 Tab 方向限制編輯曲線在相接點附近的形狀而不會破壞原來的 G1 連續。

這個技巧只有在 G1 連續已經形成的情形下才有作用。

附註：

範例 8 — 曲率連續

調整控制點讓兩條曲線形成曲率連續比正切連續更為複雜。曲線端點的曲率是由端點處的前三個控制點的位置所決定，而這三個控制點之間的關係並不像正切連續那樣簡單。

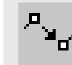
要讓兩條已存在的曲線形成曲率連續最實用的方法是使用 **Match** 指令。

銜接兩條曲線：

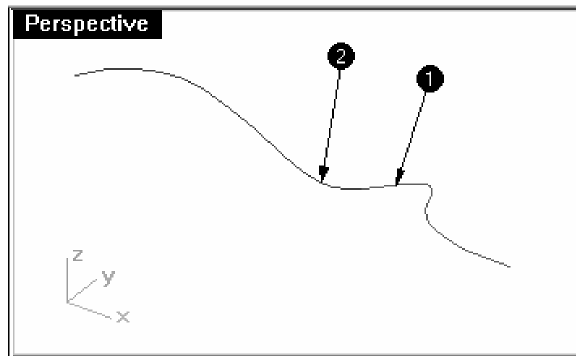
1 開啓 **3D curve** 圖層，並將其設定為目前的圖層。

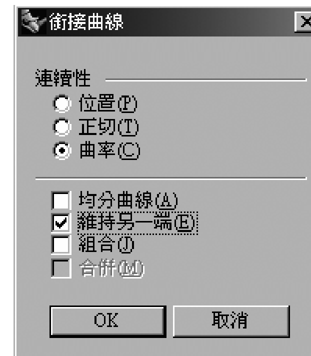
2 關閉 **2D curve** 圖層。

3 使用 **Match** 指令 (曲線功能表：曲線編輯工具 > 銜接) 以紅色曲線(1)與洋紅色曲線(2)做銜接。



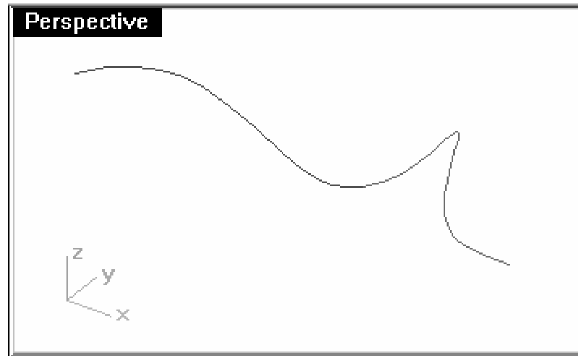
銜接曲線





當您勾選**曲率**做**銜接**時，曲線的第三個控制點會移到一個特定點，這個特定點是由 Rhino 計算而來，以讓兩條曲線形成曲率連續。

附註：



曲線形狀改變非常大，以手動移動第三個控制點會破壞曲線端點的 G2 連續，但仍然保有 G1 連續。

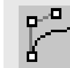
控制連續性的進階技巧

在 Rhino 裡還有兩種方法可以在編輯曲線時不破壞曲線之間的曲率連續。(1)使用 EndBulge 指令編輯曲線。(2)加入節點，可以讓您更有彈性地改變曲線形狀，並維持曲率連續。

以調整曲線端點轉折編輯曲線

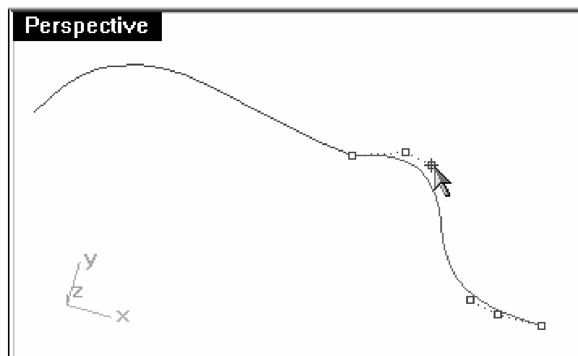
1 在**複製**按鈕上按右鍵，在原地複製洋紅色曲線，並將其**鎖定**。

2 執行 **EndBulge** 指令 (編輯功能表：調整端點轉折)。



調整曲線端點轉折

3 在**選取要調整的曲線或曲面**提示下，點選洋紅色曲線。

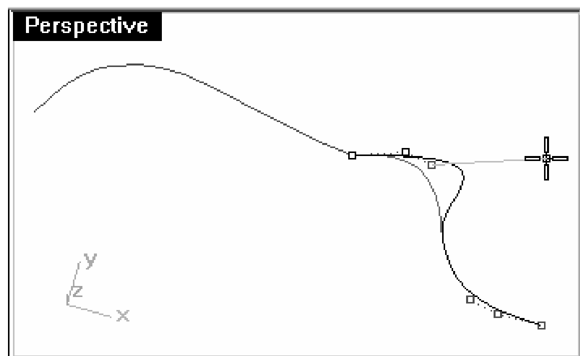


請注意，曲線上會出現比原來的曲線更多的控制點。

EndBulge 指令會將少於六個控制點的曲線轉換爲五階曲線。

附註：

4 在**選取要移動的點**（ 維持曲率=是 ）提示下，選取第三個控制點，並拖曳到其它的位置，按 **Enter** 結束指令。



如果這條曲線的端點與其它曲線以 G2 連續相接，G2 連續並不會破壞，因爲這條曲線在端點處的曲率並不會被改變。

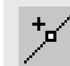
插入節點：

在曲線上加入一個或兩個節點後，曲線端點處的前三個控制點會距離端點更近一點。您可以使用 **InsertKnot** 指令於曲線或曲面上加入節點。

1 **復原**之前對控制點所做的調整。

2 執行 **InsertKnot** 指令 (編輯功能表：控制點 > 插入節點)。

3 在**選取要插入節點的曲線或曲面**提示下，選取洋紅色曲線。



插入節點

自動選項會自動在所有已存在的相鄰節點之間的跨距中點加入一個節點。

如果您只想在某些跨距之間加入節點，您必需在曲線上要加入節點的位置個別加入節點。

加入節點時，已存在的節點會以白色的點顯示。

附註：

4 在**曲線上要加入節點的點**（自動　對稱=否 ）提示下，在曲線的第一個和第二個控制點之間的位置加入一個節點。

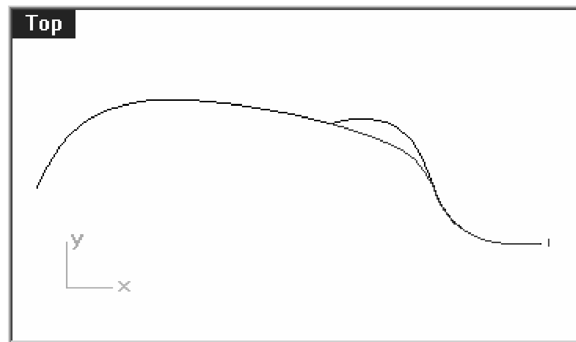


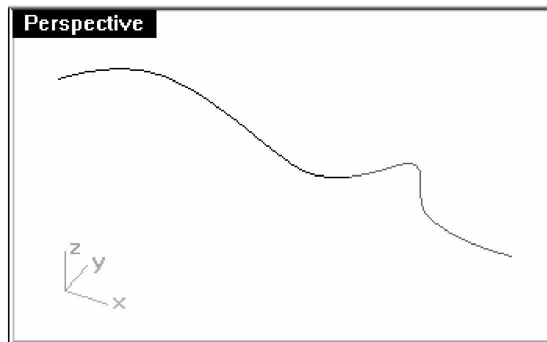
通常在曲線或曲面上的兩個節點之間的中點處加入新節點，會讓曲線或曲面的形狀比較容易控制，因爲節點的分佈較爲平均。

加入節點時也會加入控制點。

節點與控制點不同，新加入的控制點並不會和新加入的節點位於同樣的位置上。

5 在洋紅色曲線上加入節點後將兩條曲線做**銜接**。





在曲線上加入節點的位置與端點距離的遠近會影響曲線在銜接時形狀改變的範圍。

附註：

5 曲面連續性

曲線連續性的特質也可以被套用在曲面上。曲面連續性不像曲線連續性只需要考慮到端點、第二個和第三個控制點的位置，而是要考慮曲面邊緣上一整排的控制點及第二和第三排控制點。檢查曲面連續性的工具也比檢查曲線連續性的 **GCon** 指令要複雜。

分析曲面連續性

Rhino 利用 OpenGL 的顯示功能，使用假色顯示檢查曲面的曲率和曲面之間的連續性。這些工具放在**分析**功能表中的**曲面**子功能表下，其中的**條紋**分析最能夠直接顯示曲面之間的 G0-G2 連續性，**條紋**分析會在曲面上模擬條紋背景的反射。

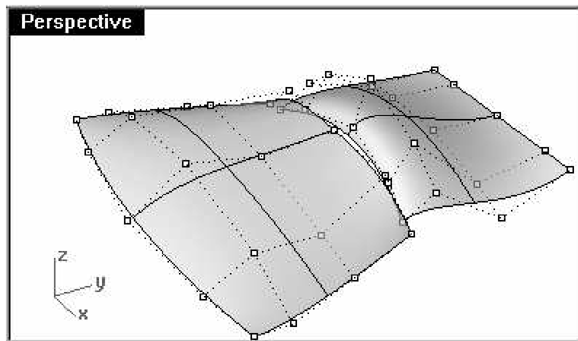
附註： 這些曲面檢測工具並不一定要使用到 OpenGL 加速顯示卡，但 OpenGL 加速顯示卡可以讓這些工具的顯示效率更好。

附註：

範例 9 — 曲面連續性

1 開啓模型檔案 **Surface Continuity.3dm**。

2 開啓這兩個曲面的控制點。

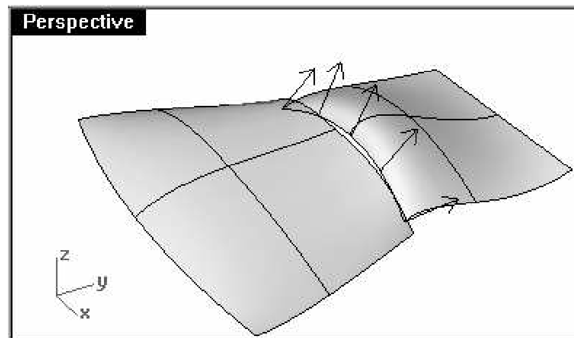


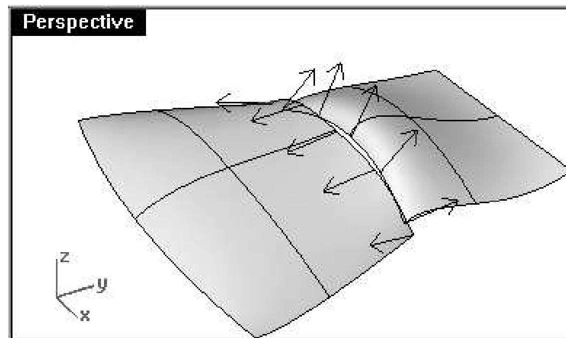
3 執行 **MatchSrf** 指令 (曲面功能表：曲面編輯工具 > 銜接)。


銜接曲面

4 在**選取要變更的未修剪曲面邊緣**提示下，點選白色曲面上靠近黑色曲面的邊緣。

5 在**選取目標曲面邊緣**提示下，點選黑色曲面上靠近白色曲面的邊緣。

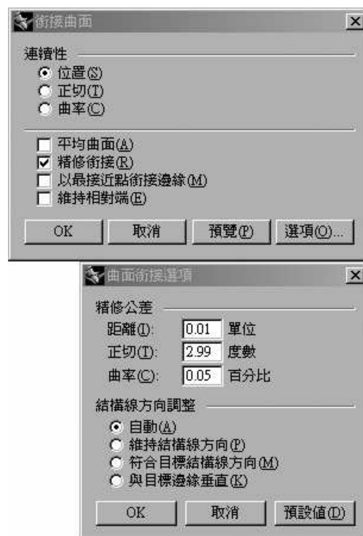




6 在**銜接曲面**對話框中，選取**位置**為希望達到的連續性。

請確定**平均曲面**、**精修銜接**、**以最接近點銜接邊緣**和**維持相對端**未被勾選。

按 **OK**。



平均曲面

兩個曲面形狀會做均等的改變。

精修銜接

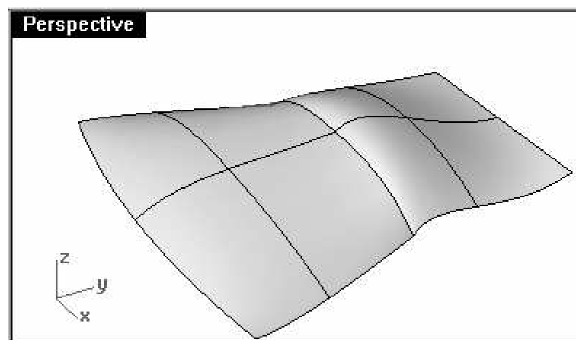
如果銜接後的曲面邊緣需要緊密的相接，您可以勾選這個選項，使銜接誤差小於特定公差。

以最接近點銜接邊緣

被調整的曲面邊緣會以最近點銜接到目的曲面邊緣，而不會以整個目的曲面的邊緣做為銜接邊緣。

維持相對端

這個選項會在曲面上加入節點，使被調整的曲面的另一端的連續性在銜接時不會被改變。



白色的曲面邊緣會被拉到黑色的曲面邊緣做銜接。

附註：

銜接曲面選項

結構線方向調整

決定銜接時被調整的曲面如何和目的曲面做銜接。

自動

分析目的邊緣，當目的邊緣為未修剪邊緣時使用**符合目標結構線方向**。當目的邊緣為已修剪邊緣時使用**與目標邊緣垂直**。

維持結構線方向

儘量維持曲面在銜接前的結構線方向。

符合目標結構線方向

銜接的被調整曲面的結構線在銜接後與目的曲面的結構線平行。

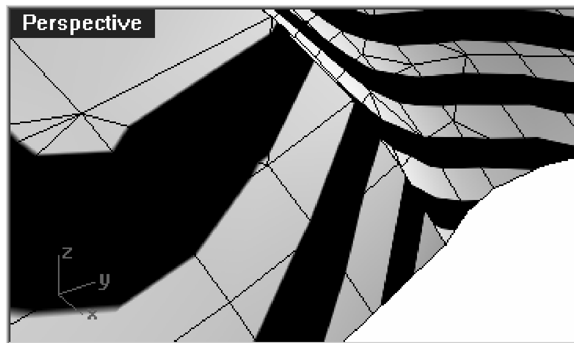
與目標邊緣垂直

銜接的被調整曲面的結構線在銜接後與目的曲面邊緣垂直。

以條紋分析檢查曲面連續性：

1 以**條紋**分析工具檢查曲面連續性 (分析功能表：曲面 > 條紋)。

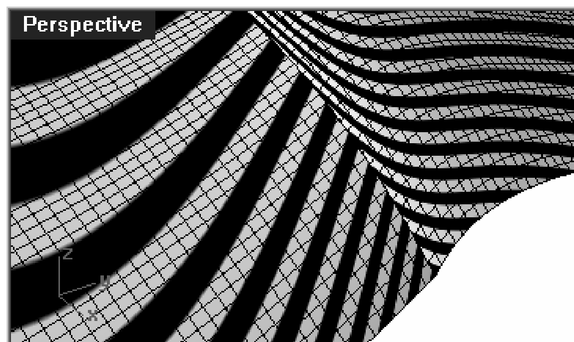
這個指令是以與被分析取面形狀相近的網格做爲分析對像。



條紋分析的預設網格設定可能過於粗糙，以致無法對曲面做比較準確的分析。

2 如果分析條紋是鋸齒狀的而不是平滑的條紋，您可以按下條紋選項對話框中的**調整網格**。





一般來講，用於分析的網格精細度必需高於著色和彩現網格。

附註：

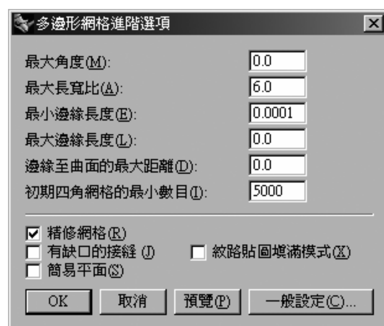


條紋分析

附註：

3 使用進階控制設定分析網格的精細度。

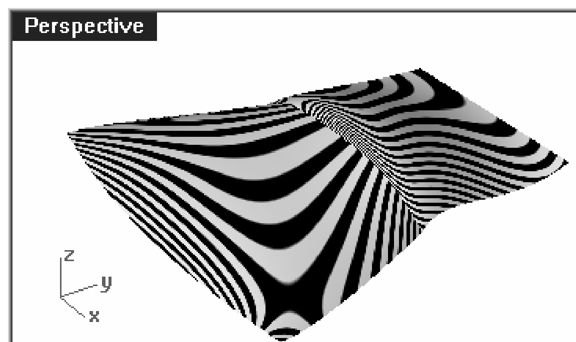
在設定分析用的網格時，最簡單的方法是將**最大角度**設爲 0(停用)，並讓網格的轉換完全由**初期四角網格的最小數目**數值來控制。



您可以將這個數值設定的高一點，但可能需要依幾何物件來決定設定值的值的大小。

在這個例子中，設定爲 5000 至 10000 可以產生非常精細、準確的網格。

4 將曲面組合在一起也會有助於條紋分析，曲面的組合邊緣的網格轉換會較精細，使曲面在組合邊緣處不會出現裂縫，讓條紋顯示更連貫。



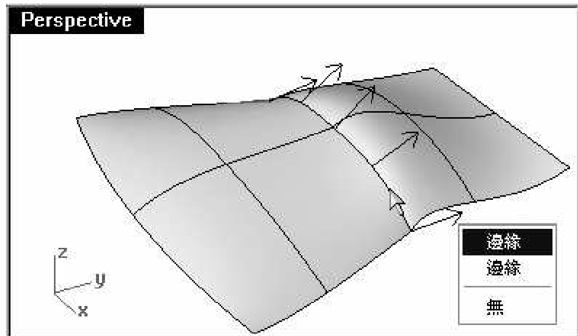
這兩個曲面除了邊緣相接在一起以外，兩個曲面上的條紋在接縫處並沒有對齊。

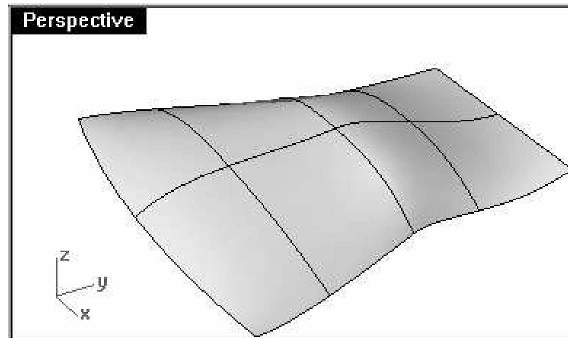
這種情形稱爲 G0 連續。

附註：

以正切銜接曲面：

1 使用 **MatchSrf** 指令 (曲面功能表：曲面編輯工具 > 銜接)，以正切選項做銜接。





在您在點選曲面邊緣時會顯示方向箭頭，提示您被選取的是哪一個曲面的邊緣，箭頭所指的方向的曲面是邊緣被選取的曲面。

2 以條紋分析檢查曲面。



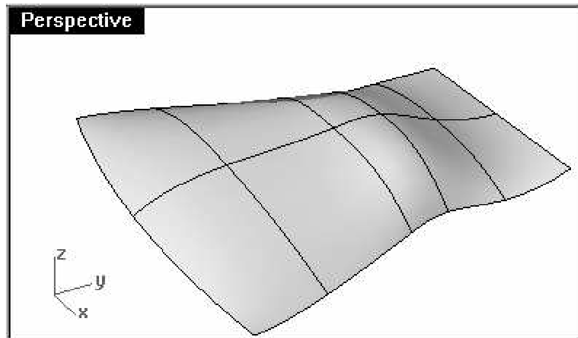
兩個曲面上的條紋在接縫處相互對齊，但很明顯的在相接處形成銳角。

這種情形稱為 G1 連續。

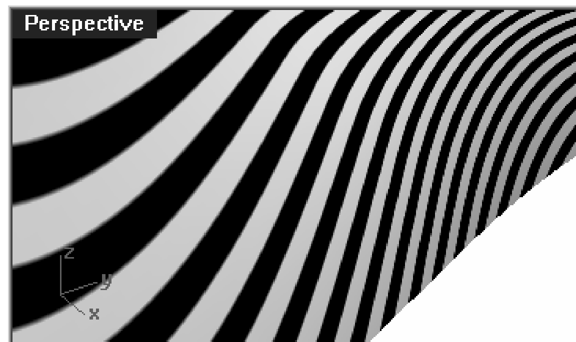
附註：

以曲率衔接曲面：

1 使用 **MatchSrf** 指令 (曲面功能表：曲面編輯工具 > 衔接)，以曲率選項做衔接。



2 以條紋分析檢查曲面。



兩個曲面上的條紋在接縫處相互對齊，而且平滑地相接。

這種情形稱為 G2 連續。

附註： 在以上的範例中先以位置，再以正切，最後再以曲率做衔接所產生的結果會不同於直接以曲率做衔接。這是因為衔接後曲面邊緣附近的曲面形狀會被改變，使的下一次再做衔接時的曲面已經不再是之前原來的曲面。

附註：

加入節點控制曲面銜接

如同銜接曲線一樣，曲面在銜接時要達到被要求的連續性時也可能造成曲面變形範圍過大，我們可以在曲面上加入節點，使曲面的第二、三排控制點更接近銜接邊緣，限制在銜接作業時曲面形狀變形的範圍。

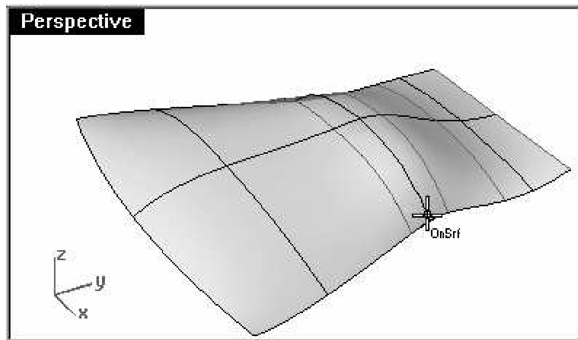
曲面也可以使用 **EndBulge** 指令做調整。

在曲面上加入節點：

1 復原之前的指令作業。

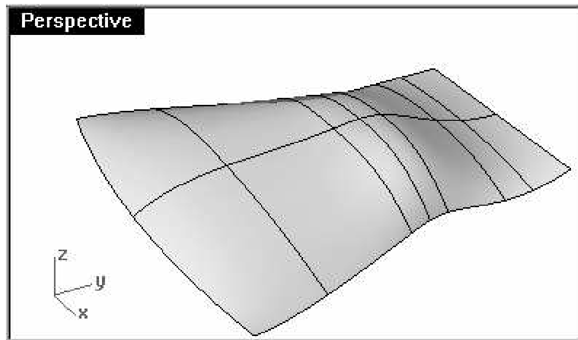
2 使用 **InsertKnot** 指令在白色曲面兩端靠近邊緣處各加入一條結構線。

當這個指令使用在曲面上時會有更多的指令選項可以選擇。您可以選擇在 U 方向或 V 方向，或是同時在兩個方向加入結構線，或使用對稱選項在曲面上對稱地加入結構線。



附註：

3 使用 **MatchSrf** 指令將一個曲面銜接到另一個曲面。



.

調整曲面的端點轉折：

EndBulge 指令可以讓您改變曲面形狀但不改變曲面邊緣處的切線方向和曲率，您可以在一個曲面已經和另一個曲面已經以正切或曲率相接時使用這個指令改變曲面形狀而不破壞曲面之間的連續性。

EndBulge 指令可以讓您移動曲面某個指定範圍內的控制點，這些控制點的移動會被限制在不會改變曲面邊緣正切方向或曲率的路徑上。

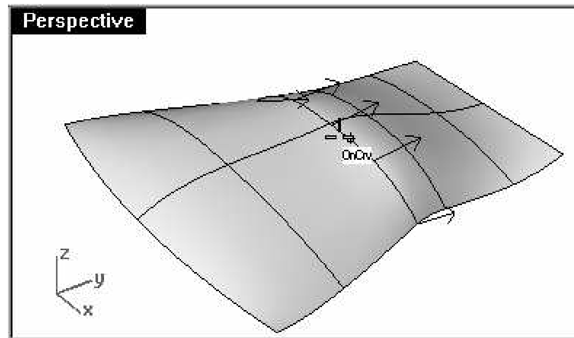
曲面端點轉折可以調整整個曲面的邊緣或是您所指定的某段邊緣。在稍後的例子中，您將會調整曲面邊緣上某一個點的端點轉折，調整端點轉折的影響力會往調整點兩側衰減，在曲面邊緣端點或是指定範圍終點處的影響力會降到 0。調整曲面端點轉接的範圍起點或終點也可以是調整點，限制調整端點轉折的影響力於調整點的一側。

1 執行 **EndBulge** 指令 (編輯功能表：調整端點轉折)。

2 在**選取要調整的曲線和曲面**提示下，點選白色曲面的邊緣。

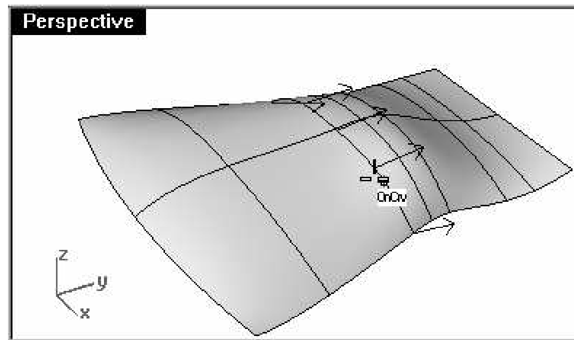
附註：

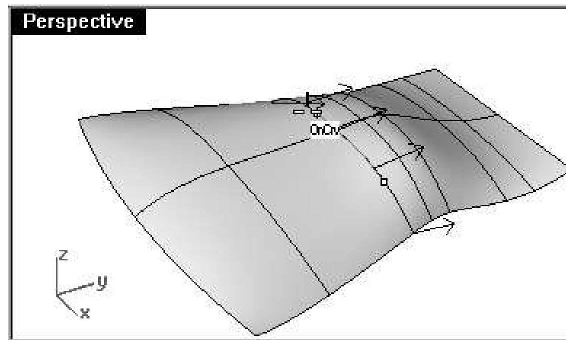
3 在**要編輯的點**提示下，在曲面邊緣指定一個點，這個點是實際控制端點轉折的點。



您可以使用物件鎖點或參考幾何圖形精確地指定調整點。

4 在**要編輯的範圍起點**提示下，在曲面共用邊緣上指定一點定義爲調整範圍起點。在**要編輯的範圍終點**提示下，指定另一點定義爲調整範圍終點。



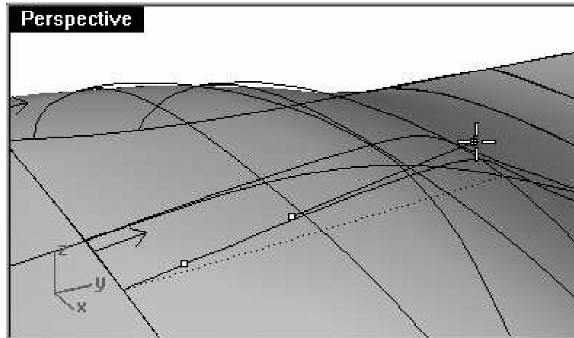


在指定調整範圍時，將滑鼠游標沿著曲面共用邊緣移動，指定調整範圍的起點和終點。如果您想要調整的是整個曲面的邊緣，請直接按 **Enter**。

附註：

5 在**拖曳點以調整端點轉折**（維持曲率=是）提示下，選取一個點。

6 在**拖曳點以調整端點轉折**（維持曲率=是）提示下，拖曳這個點到新的位置，按滑鼠左點。



Rhino 在調整點處會顯示三個點，您只可以調整其中的兩個點。請注意，在移動第二個點的時候，第三個點也會跟著移動，這是為了要維持兩個曲面共用邊緣的曲率連續。

如果您不需要維持曲面邊緣的 G2 連續，可以關閉維持曲率選項，調整點會變成兩個，在調整後的曲面邊緣只能維持 G1 連續。

7 按 **Enter** 結束指令。

有計算連續性功能的建立曲面指令

Rhino 有許多指令可以利用其它曲面的邊緣做為參考曲線建立曲面，使建立的曲面可以和相鄰的曲面達成 G1 或 G2 連續，這些指令有：

- NetworkSrf
- Sweep2
- Patch (G1 only)
- Loft (G1 only)
- BlendSrf (G1 or G2)

在稍後的範例中會告訴您這些指令的操作方法。

附註：

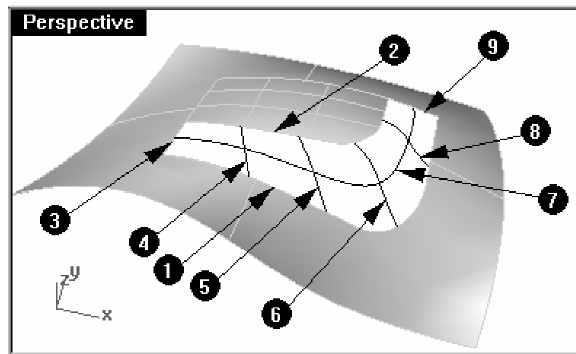
範例 10 — 和連續性有關的指令

以曲線網線建立曲面：

1 開啓模型檔案 **Continuity Commands.3dm**。

在 **Surfaces** 圖層中有兩個被組合在一起的已修剪曲面，而且留下一個缺口。您現在要以一個曲面封閉這個缺口，並使建立的曲面和周圍的曲面之間維持某種連續性。

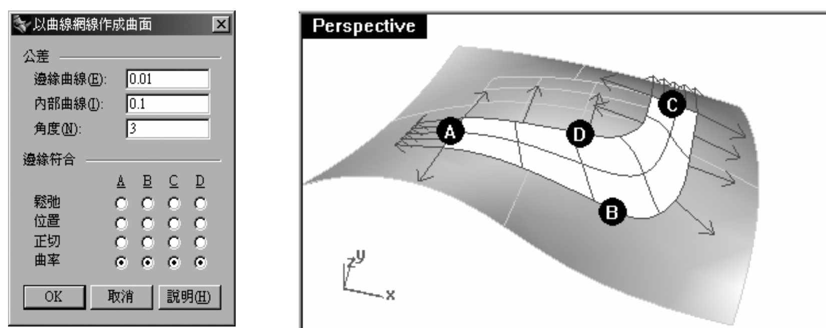
2 開啓 **Network** 圖層。



您可以看到曲面缺口上已經架著許多交錯的曲線，這些曲線是曲面建立時要逼近的目標。

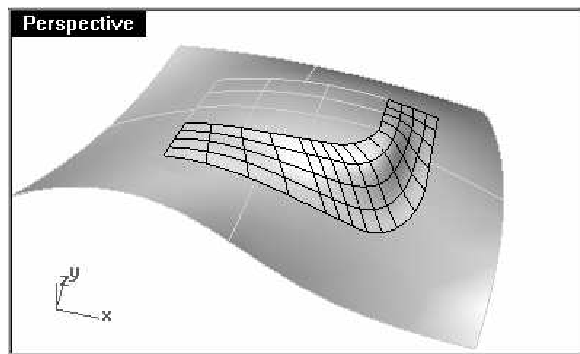
3 使用 **NetworkSrf** 指令（曲面功能表：曲線網線 ）以這些曲線和曲面邊緣建立一個未修剪的曲面。

在 **NetworkSrf** 指令的對話框中，您可以設定被選取的曲面邊緣與建立的曲面要達到的連續性。



請注意，您最多可以使用四條邊緣曲線做爲參考曲線，您也可以設定公差或建立的曲面與參考曲線之間的誤差值。邊緣曲線公差的預設值是模型的絕對公差設定值，而內部曲線公差的預設值是邊緣曲線公差的 10 倍大。

4 設定**內部曲線**公差爲 **0.01**，並設定所有邊緣的連續性爲**曲率**。



建立的曲面會在四個邊緣與周圍的曲面形成曲率連續。

附註：



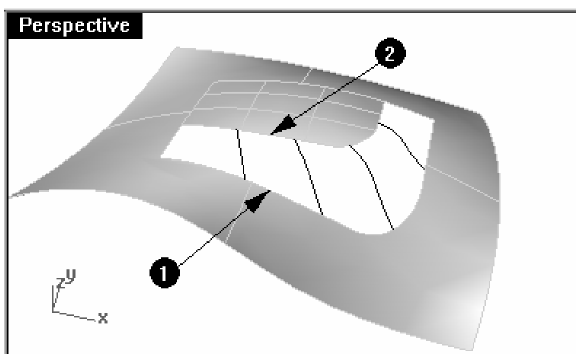
以曲線網線建立曲面

5 使用**條紋**分析曲面。

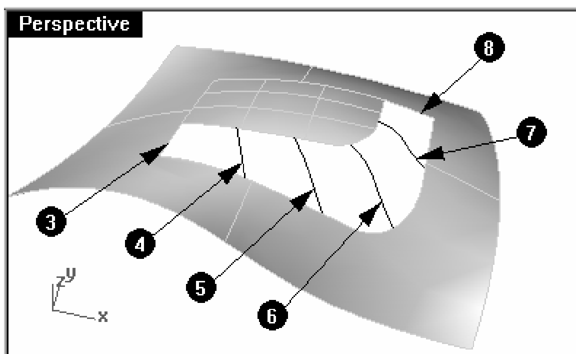
以雙軌掃掠建立曲面：

1 使用 **OneLayerOn** 指令單獨開啓 **Surfaces** 圖層，在狀態列上的圖層面板按左鍵，選取 **Sweep2** 圖層。

2 執行 **Sweep2** 指令 (曲面功能表：雙軌掃掠)，選取兩個較長的曲面邊緣做爲雙軌掃略的路徑。



3 選取兩個較短的曲面邊緣和全部的斷面曲線。



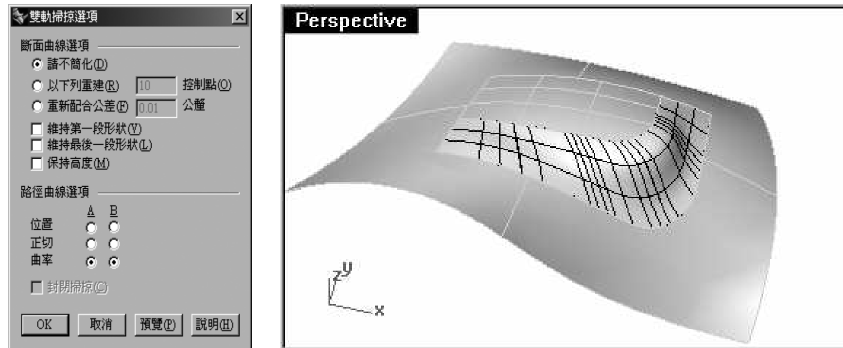
附註：



雙軌掃掠

附註：

4 設定兩個**路徑曲線選項**為**曲率**。



因為這兩條路徑是曲面邊緣，所以路徑上會出現標示。而且，在雙軌掃掠對話框中設定掃掠曲面連續性的路徑曲線選項會變為可作用狀態。

5 以**條紋**分析您所建立的未修剪曲面。

附註：

建立嵌面：

如果邊界曲線是封閉的，**Patch** 指令建立的是已修剪曲面。如果封閉的邊界曲線是曲面邊緣，**Patch** 指令可以建立和周圍曲面形成 G1 連續的嵌面。

1 開啓 **Surfaces** 和 **Patch** 圖層。

關閉其它圖層。

2 執行 **Patch** 指令 (曲面功能表：嵌面)。



嵌面

3 選取曲面邊緣曲線和內部曲線，按 **Enter**。

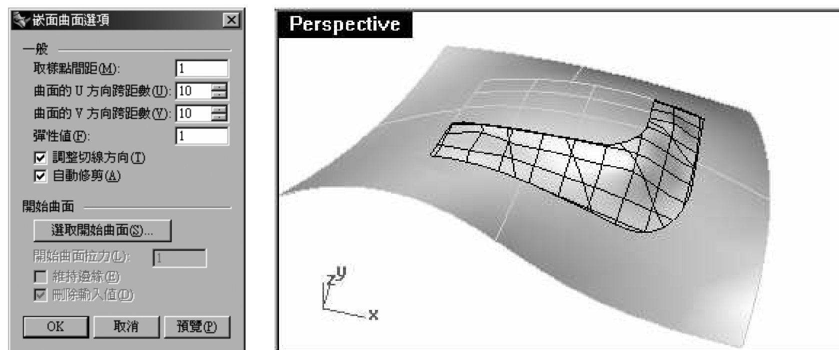
4 在**嵌面曲面選項**對話框中，做以下的設定：

設定**取樣點間距**爲 **1.0**

設定**彈性値**爲 **1**

設定**曲面的 U 和 V 方向跨距數**爲 **10**

勾選**調整切線方向**，**OK**。

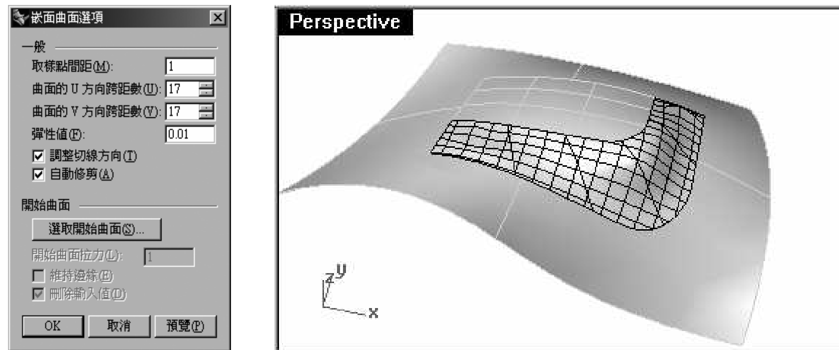


建立的曲面並不是非常平滑，在對話框中有些設定可以調整建立嵌面的精確度，我們將會試著改變一些設定再重新建立嵌面。

附註：

5 **復原**之前的作業，重新執行 **Patch** 指令，選取同樣的曲面邊界和內部曲線。

6 在**嵌面曲面選項**對話框中，設定**曲面的 U 和 V 方向跨距數**爲 **17**，按 **OK**。

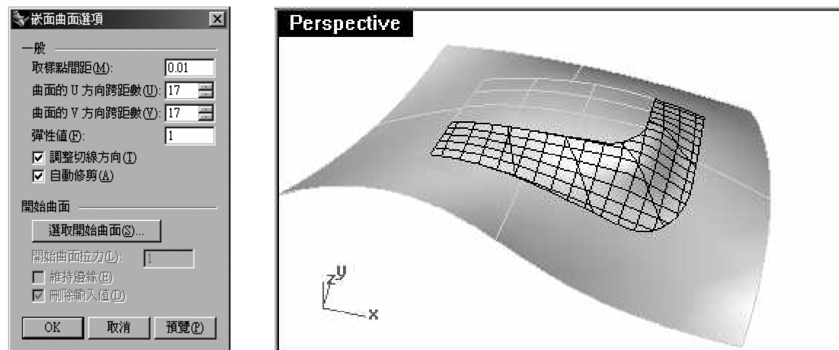


建立的曲面會有較多的結構線，但還是不夠平滑。

7 **復原**之前的作業。

8 再次執行 **Patch** 指令，選取同樣的曲面邊界和內部曲線。

9 在**嵌面曲面選項**對話框中，設定**取樣點間距**爲 **0.01**，按 **OK**。

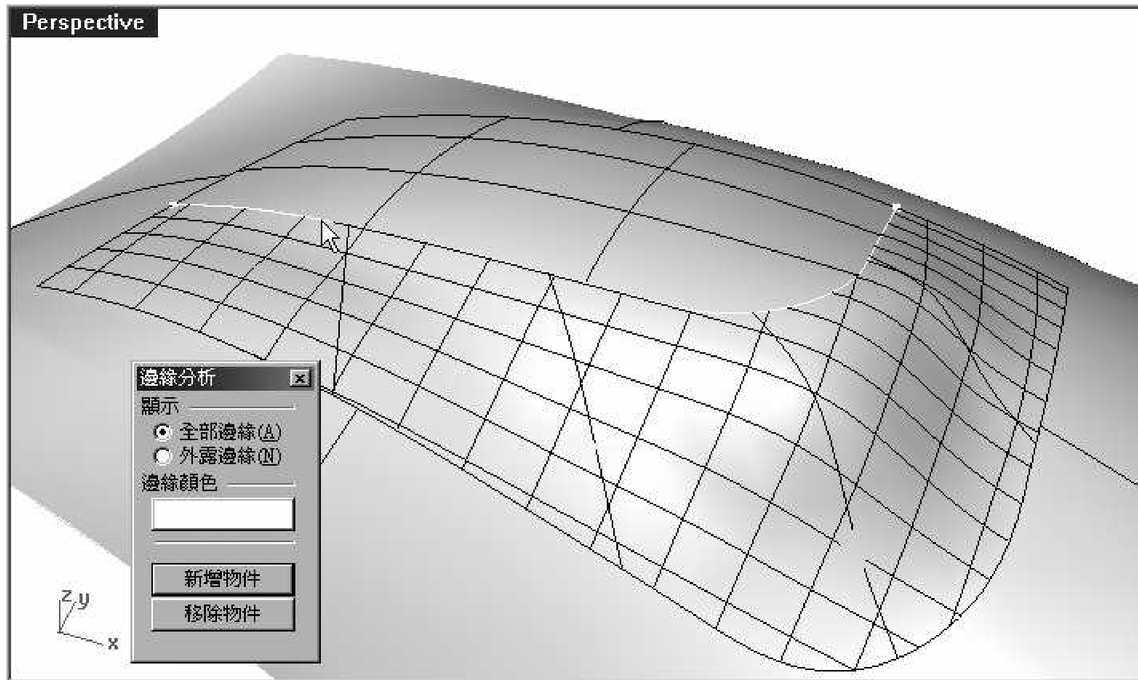


建立的曲面會變的較平滑。

10 **組合**所有曲面。

附註：

11 使用 **ShowEdges** 指令 (分析功能表 > 邊緣工具 > 顯示邊緣) 顯示外露邊緣。



如果在建立的嵌面和原來的多重曲面之間有外露邊緣，您需要對嵌面曲面選項再做調整。

12 以**條紋**檢查這些曲面。

附註：

範例 11 — 嵌面選項

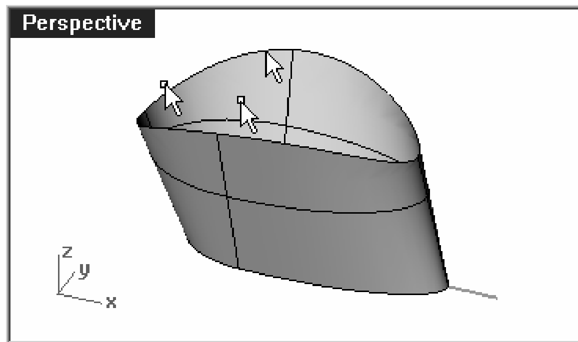
從曲面邊緣和點建立嵌面：

點物件可以像是曲線或曲面邊緣一樣做爲**嵌面**的輸入值。在這個範例裡，我們會使用點和曲面邊緣來說明**彈性值**如何作用。

1 開啓 **Surfaces** 和 **Patch Stiffness** 圖層。

關閉其它圖層。

2 執行 **Patch** 指令 (曲面功能表：嵌面) 選取兩個點物件及曲面上方邊緣爲輸入值。

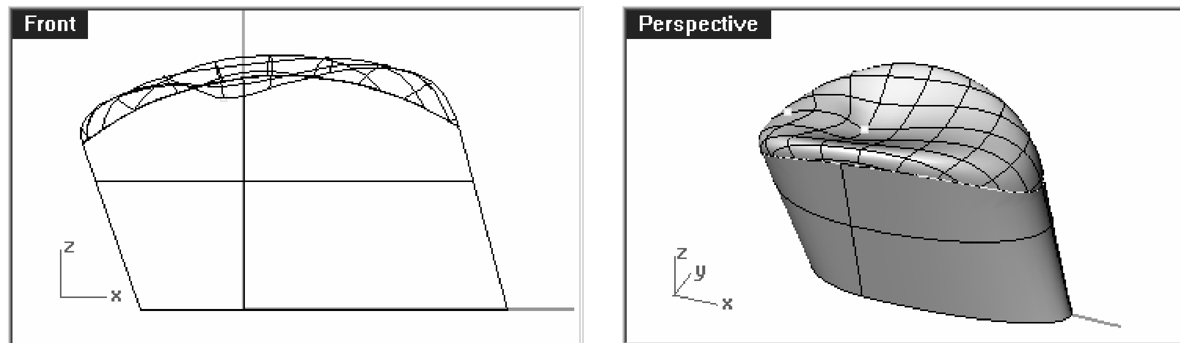


附註：

3 勾選**調整切線方向**，並設定兩個方向的**曲面跨距數**爲 **10**。

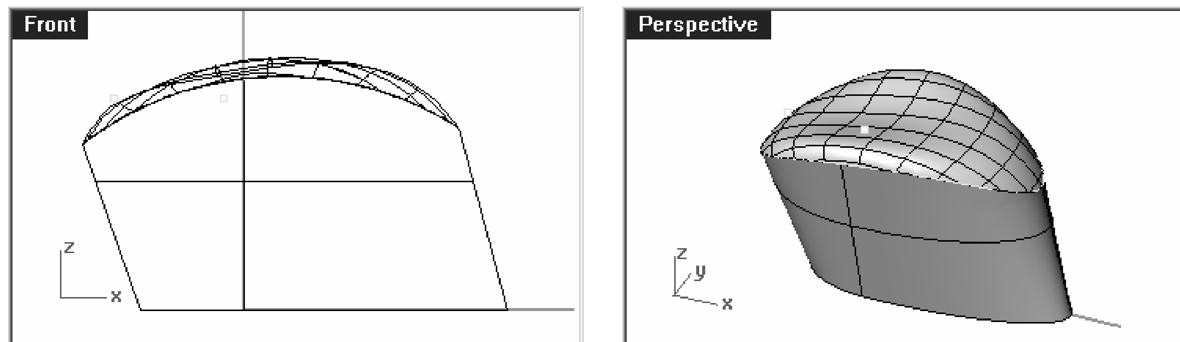
4 您可以在 **Front** 作業視窗中使用**框架顯示模式**看清楚這兩個點物件的位置。

5 設定**彈性值**爲 **0.1**，按**預覽**。



較小的彈性值可以讓嵌面更逼近兩個點物件，而且與曲面邊緣維持正切，但可能會造成嵌面劇烈起伏或出現皺褶。

6 設定**彈性值**爲 **5**，再次按**預覽**。



較大的彈性值會讓嵌面變的較僵硬而較不能逼近做爲輸入值的參考物件，嵌面比較不容易劇烈起伏或出現皺褶，建立較平滑、品質較好的曲面，但使用越大的彈性值，也會讓嵌面越容易脫離參考物件。

附註：

範例 12 — 放樣

建立放樣曲面：

Loft 指令也有計算曲面連續性的功能。

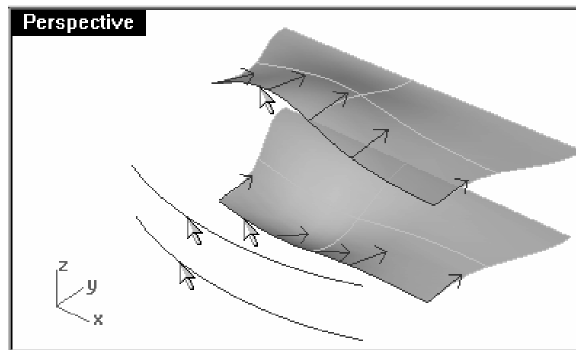
1 開啓模型檔案 **Loft.3dm**。



放樣

2 執行 **Loft** 指令 (曲面功能表：放樣)。

3 在**選取要放樣的曲線** (點) 提示下，依序選取下方曲面的邊緣曲線、下方的曲線、上方的曲線及上方曲面的邊緣曲線。



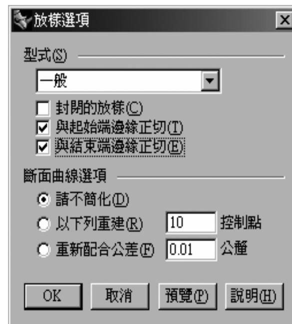
在點選曲線時，必需點選於全部曲線的同一側，以避免放樣曲面產生扭轉的情形。

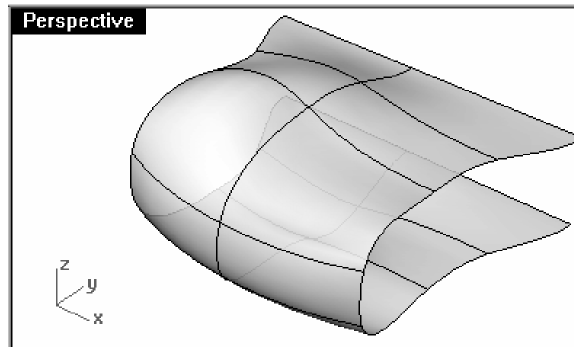
4 選取完畢後按 **Enter**。

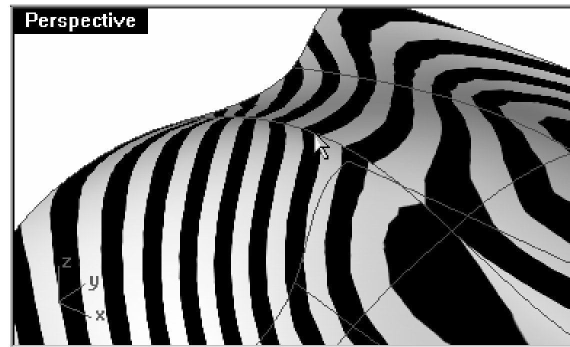
附註：

5 在**放樣選項**對話框中的**型式**下拉選單中選取**一般**。

勾選**與起始端邊緣正切**、**與結束端邊緣正切**、**請不簡化**。







建立的放樣曲面會和原來的曲面形成 G1 連續。

6 勾選**條紋**分析。

附註：

範例 13 — 混接

建立混接曲面：

下一個與曲面間連續性有關的指令是 **BlendSrf**。

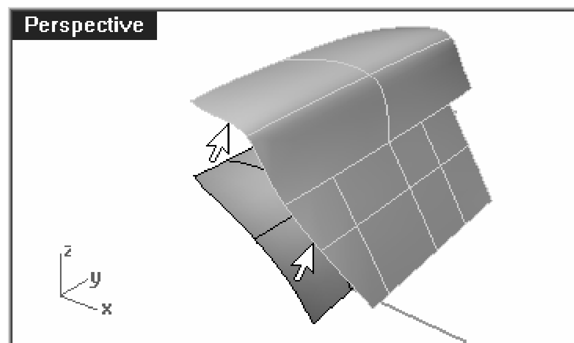
1 開啓模型檔案 **Blend.3dm**。

2 執行 **BlendSrf** 指令 (曲面功能表：混接曲面)，在指令行的選項中設定**連續性=曲率**。



混接曲面

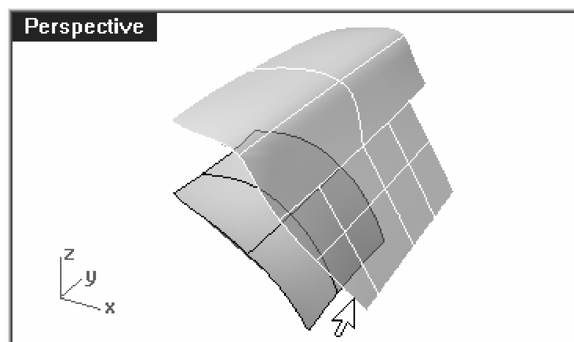
3 選取上方曲面左側的一段邊緣。



請注意，並不是曲面左側的整個邊緣都會被全部選取，而是只有您點選的一小段邊緣會被選取。

全部指令選項可以選取所有與被選取邊緣以 G1 相連的邊緣，而**下一個**指令選項則只會選取下一個以 G1 相連的邊緣。

4 再選取上方曲面左側的所有邊緣。



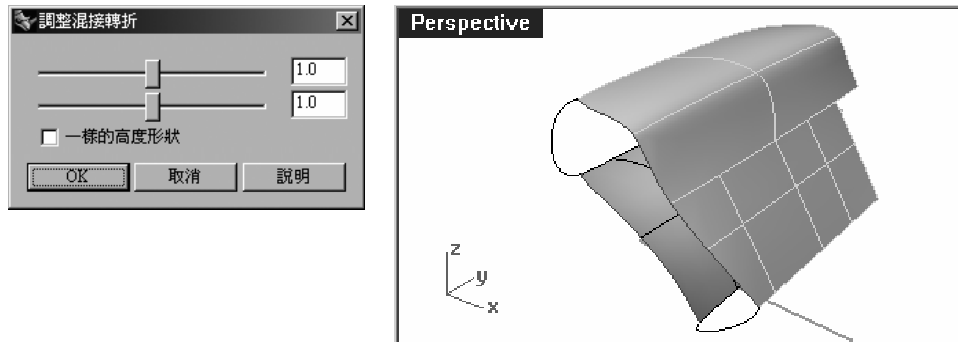
請注意，不論是**全部**或**下一個**指令選項都不會選取左側邊緣最下方的一小段邊緣。因爲這個小邊緣並不是以 G1 以上連續性與其它邊緣連接。 .

必需以手動點選才能選取這個小邊緣。

附註：

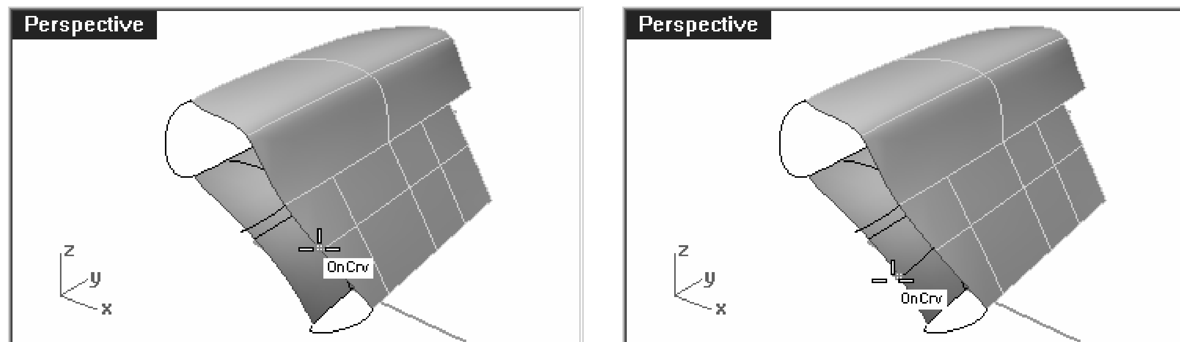
5 在您想要選取的上方曲面邊緣都選取完畢後，按 **Enter**。

6 選取下方曲面的左側邊緣，按 **Enter**。



此時會彈出一個有兩個滑桿及一個選項的對話框。在此對話框中，您可以移動滑桿或鍵入數值調整混接曲面的端點轉折。曲面端點轉折的調整會平均地影響整個混接曲面。請確定**一樣的高度形狀**選項未被勾選。

7 在這個步驟中，您可以在兩側邊緣上指定對應點加入更多的斷面。

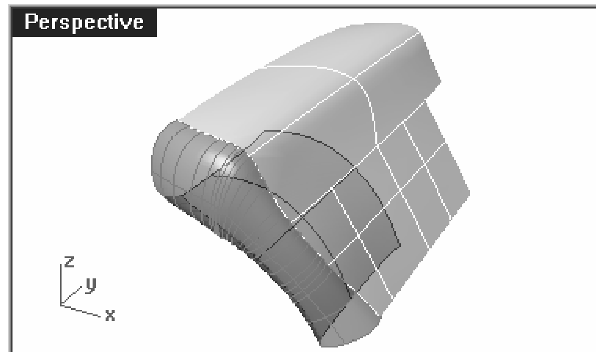


您可以加入任何數量的斷面，但在這個範例中並不需要加入其它斷面，所以您可以直接使用預設值。

因為上方曲面的邊緣下端存在一個銳角，導致建立的混接曲面是一個多重曲面。

附註：

8 按 **Enter** 建立多重曲面。



混接曲面會被迫通過加入的斷面，所以加入的斷面在某種程度上可以控制建立的混接曲面。

混接曲面的連續性選項有曲率(G2)連續和正切(G1)連續可供選擇。

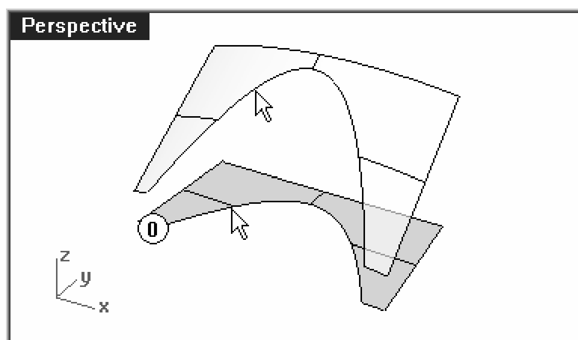
範例 **14 —** 混接選項

使用混接選項建立混接曲面：

在稍後的範例中，我們第一個建立的混接曲面會產生自交的情形，然後我們會使用混接選項來修正這個問題。

1 開啓模型檔案 **BlendSrf Options.3dm**。

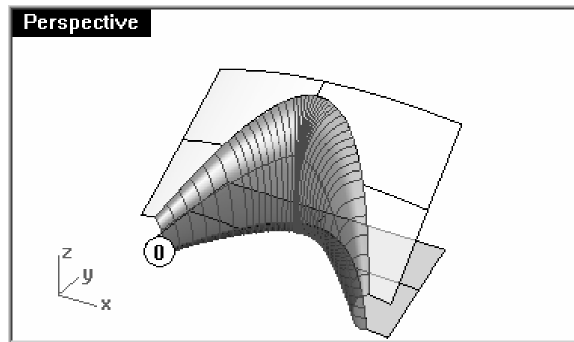
2 執行 **BlendSrf** 指令 (曲面功能表：混接曲面)，並選取標示爲 **0** 的曲面邊緣及另一個曲面與其相對應的邊緣。

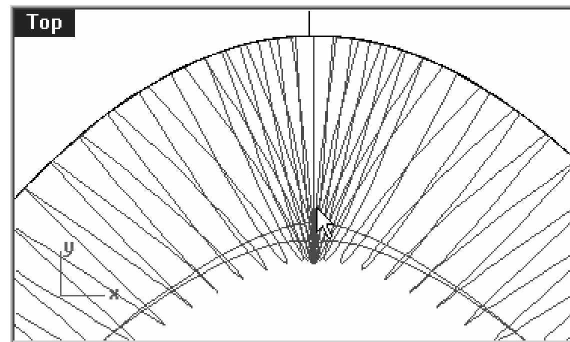


附註：

3 請確定對話框中的**一樣的高度形狀**選項未被勾選，且兩個端點轉折滑桿設定為 **1.0**，按 **OK**。

4 在 **Top** 作業視窗中放大您剛才建立的曲面。





在框架顯示模式中放大觀察混接曲面的中段部分。請注意，在曲面的中段部分的結構線相互交錯，使曲面上產生擠壓或皺褶，造成曲面自交的情形。

附註：

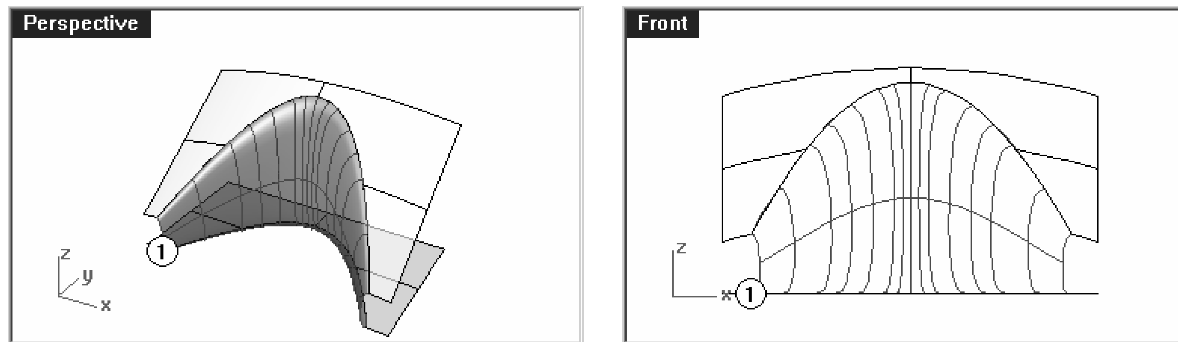
曲面混接選項

建立混接曲面時，您可以使用**調整混接轉折**、**一樣的高度形狀**、**平面斷面曲線**避免混接曲面發生自交或產生皺褶。

在以下的範例中，我們會分別使用這些選項。

1 執行 **BlendSrf** 指令，選取標示為 **1** 的兩個曲面相對應的邊緣。

調整混接轉折滑桿使其數值小於 **1**。介於 **0.5** 和 **0.8** 之間的數值最為適當。

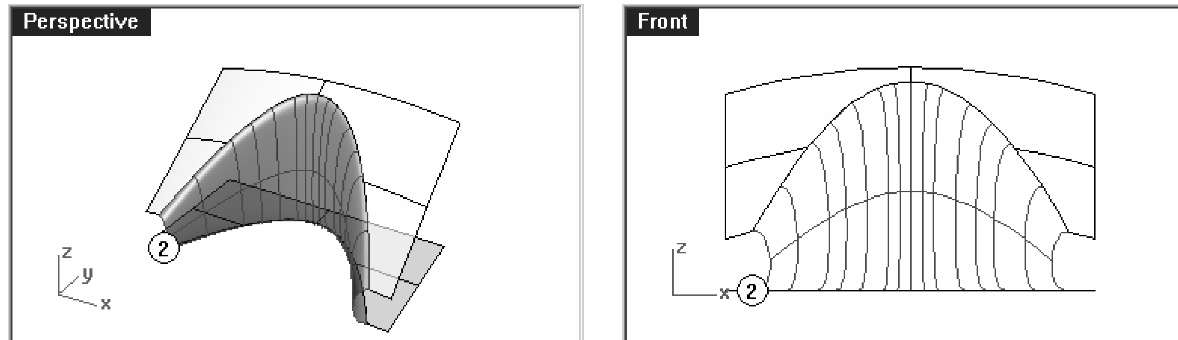


在曲面邊緣兩端的混接斷面和您額外加入的斷面會隨著調整混接轉折而更新預覽。請注意，建立的混接曲面中段不再產生皺褶。

附註：

2 執行 **BlendSrf** 指令，選取標示為 **2** 的兩個曲面相對應的邊緣。

不要改變**轉折**設定值 **1.0**，但要勾選**一樣的高度形狀**選項。



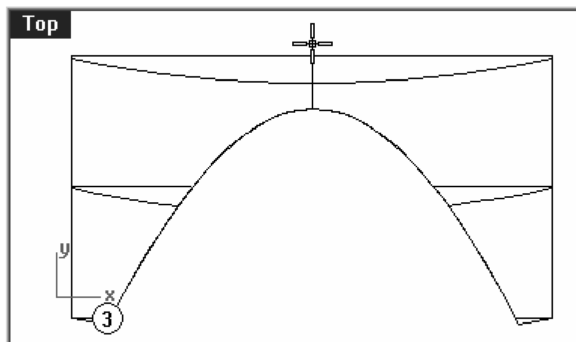
一樣的高度形狀選項可避免混接曲面因為混接對應邊緣間的距離變化而縮放混接曲面的高度。混接曲面在中段的高度會和兩側的高度一致，可以避免混接曲面在中段處過於突出而產生自交。

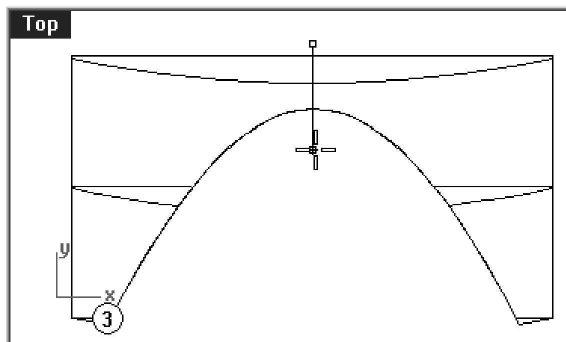
附註：

3 執行 **BlendSrf** 指令，選取標示為 **3** 的兩個曲面相對應的邊緣。

4 在**選取第一個邊緣的一部分**（平面斷面曲線 連續性=曲率）提示下，點選**平面斷面曲線**。

指令提示會要求您定義一個平面，混接曲面的所有斷面結構線會與這個平面平行。

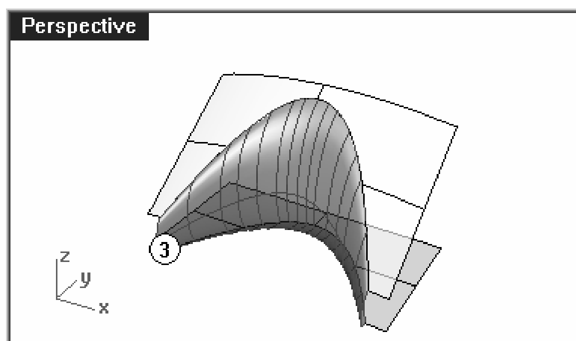


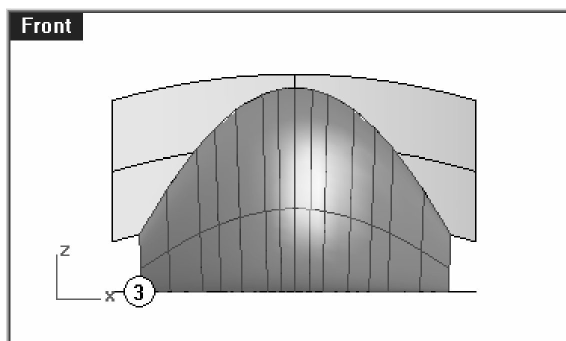


在 Top 作業視窗中任意指定一點，開啓正交，往 Top 作業視窗工作平面的 Y 軸方向指定第二點。

5 以一般的方式選取兩個曲面的對應邊緣。

清除**一樣的高度形狀**的勾選狀態，並設定**轉折**為 **1.0**。





建立的混接曲面的斷面結構線會平行於之前在平面斷面曲線選項定義的平面。因為混接曲面的結構線與 Y 軸平行，所以在混接曲面中段的結構線不會再有自交的情形，

附註：

更多的曲面建立技巧

您可以使用許多方法建立圓滑的曲面。在這個範例中，我們將會討論各種以 **NetworkSrf**、**Loft**、**Sweep1**、**Sweep2**、**Blend**、**Fillet**、**Patch** 指令平滑地填補曲面缺口的方法。

圓角和圓角交會

雖然 Rhino 有自動建立圓角的功能，但有許多情形需要以手動建立圓角。在這個段落裡，我們會討論以不同的半徑建立數個圓角時，在圓角交會處的處理、不等半徑圓角、混接和圓角曲面的連續性。

範例 15 — 圓角和混接

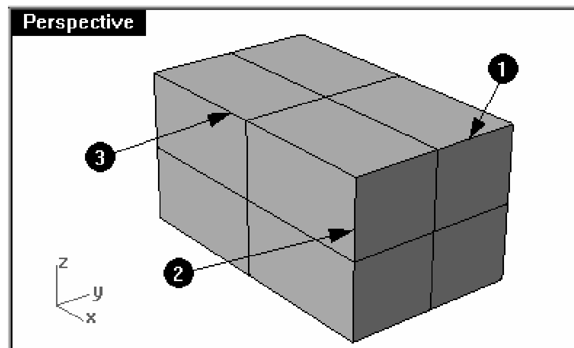
以曲線網線處理三個不同半徑的圓角交會：

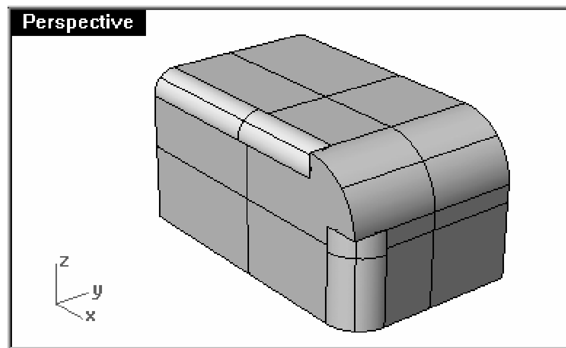
1 開啓模型檔案 **Corner Fillet.3dm**。

2 使用 **FilletEdge** 指令 (實體功能表：建立圓角邊緣) 在邊緣(1)做半徑爲 **5** 的圓角、在邊緣(2)做半徑爲 **3** 的圓角、在邊緣(3)做半徑爲 **2** 的圓角。

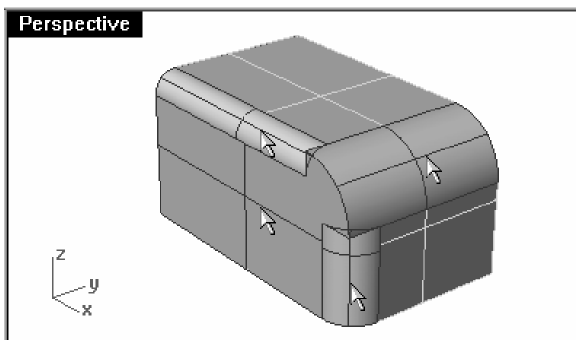


建立圓角邊緣

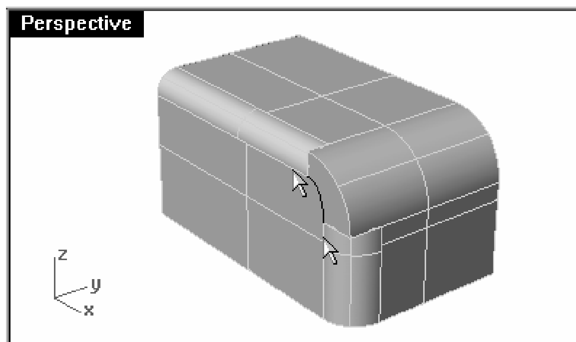


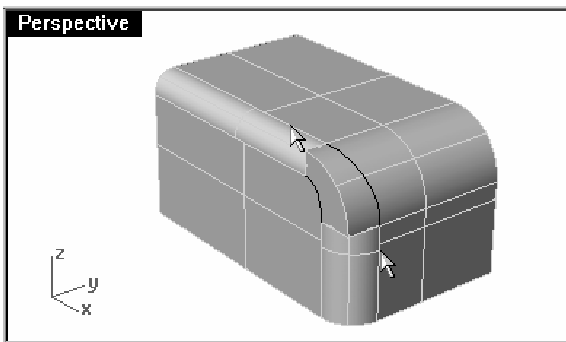


3 執行 **ExtractSrf** 指令（實體功能表：抽離曲面），選取三個圓角邊緣和前面的平面，按 **Enter** 結束指令。



4 使用 **Blend** 指令（曲線功能表：混接曲線）在兩個半徑較小的圓角曲面邊緣建立混接曲線。





附註： 混接曲線並不會準確地落在圓角曲面上，混接曲線並不是像圓角曲面斷面一樣是圓弧，所以在修剪或分割圓角曲面前，必需將混接曲線拉回到圓角曲面上。

附註：

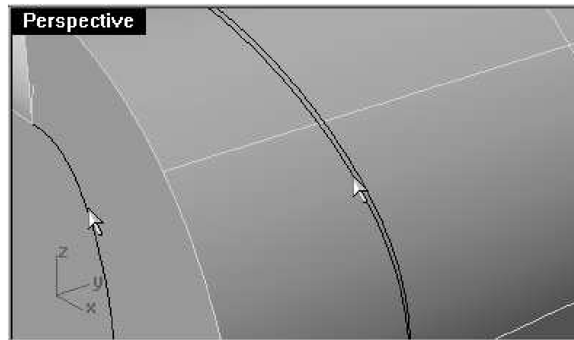


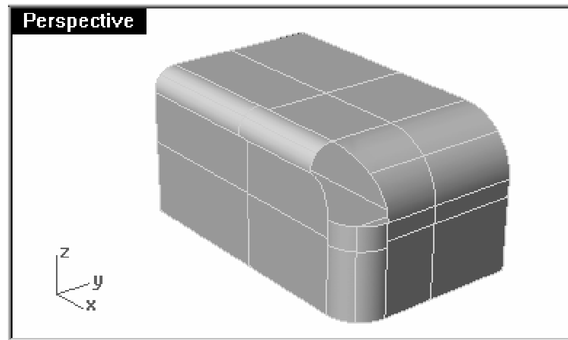
抽離曲面

附註：

5 使用 **Pull** 指令 (曲線功能表：從物件建立的曲線 > 拉回) 將右邊的混接曲線拉回到圓角曲面上。

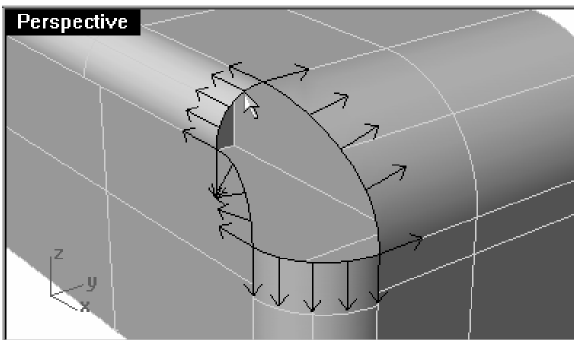
6 使用 **Trim** 指令，以左邊的混接曲線和拉回到圓角曲面上的曲線修剪兩個曲面。





7 使用 **NetworkSrf** 指令 (曲面功能表：曲線網線) 填補缺口。

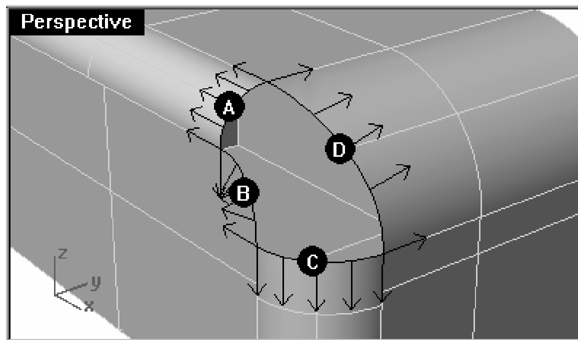
8 在選取網線中的曲線 (無自動篩選) 提示下，選曲缺口周圍的曲面邊緣曲線。

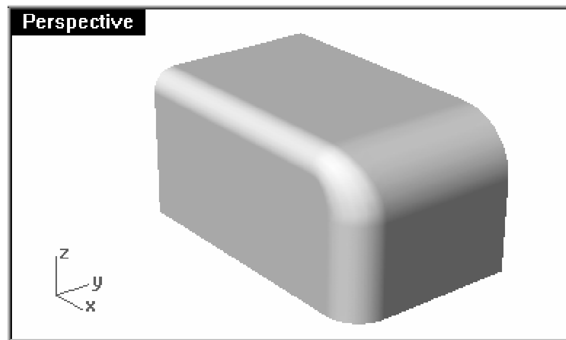


附註：

9 在**選取網線中的曲線** (無自動篩選) 提示下，按 **Enter**。

10 在**以曲線網線作成曲面**對話框中，將四個邊緣的連續性都設爲**正切**。







圓角曲面和其它曲面是以正切(G1)連續相接。在以曲線網線建立曲面的設定裡，您也可以設定邊緣符合爲正切(G1)，如果您將邊緣符合設定爲曲率連續，會強迫這個曲面的邊緣和周圍曲面以 G2 連續相接，但這並不會改變現存圓角曲面與其它曲面之間的連續性，結果會造成以曲線網線建立的曲面上有明顯的波紋或皺褶。

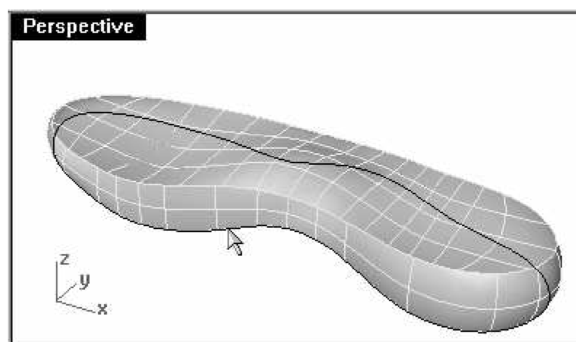
11 **組合**所有曲面爲多重曲面，並檢查是否有外露邊緣存在。

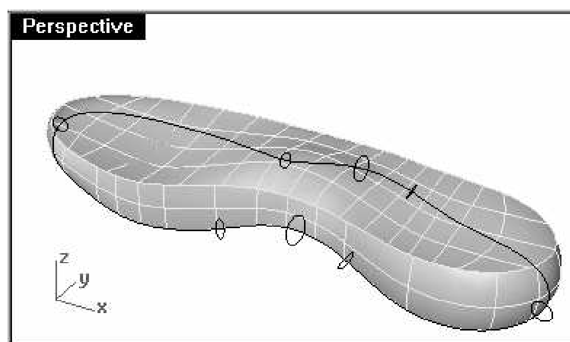
範例 16 — 不等半徑混接

建立不等半徑圓角：

1 開啓模型檔案 **Sandal Sole.3dm**。

2 使用 **Circle** 指令，並使用**環繞曲線**選項在鞋底邊緣的曲線上建立數個不同半徑的圓。



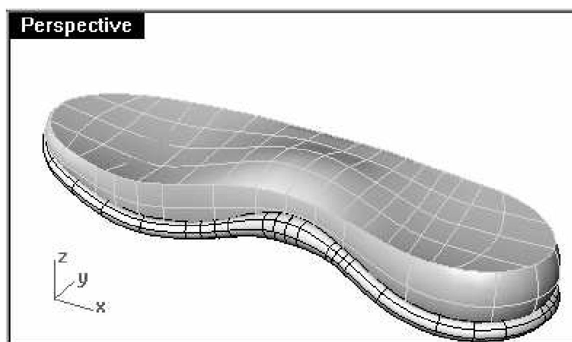


3 使用 **SelLayer** 指令(編輯功能表：選取物件 > 以圖層...)選取鞋底邊緣的曲線和所有的圓。

4 執行 **Sweep1** 指令 (曲面功能表：單軌掃掠) 在鞋底邊緣建立不等半徑的圓管。

5 在**單軌掃掠選項**對話框中，勾選**請不簡化**和**封閉掃掠**，按 **OK**。





附註：



圓：環繞曲線



以圖層選取物件

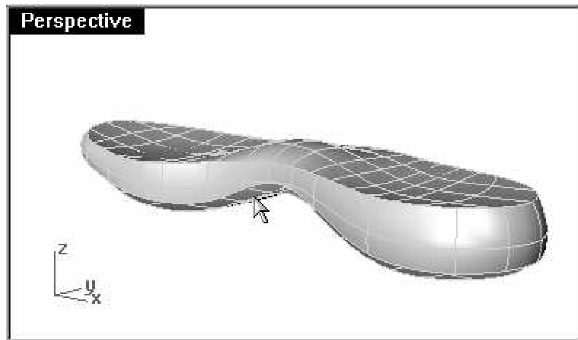


單軌掃掠

附註：

6 解除 **Shoe Bottom** 圖層的鎖定狀態。

7 以單軌掃掠建立的圓管曲面去**修剪**鞋底的側面和底面。



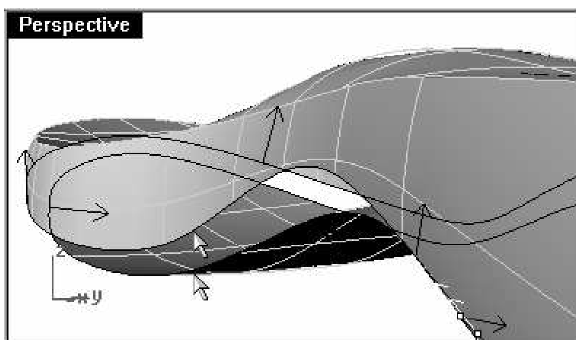
8 關閉 **Curve** 圖層，並切換到 **Fillet** 圖層。

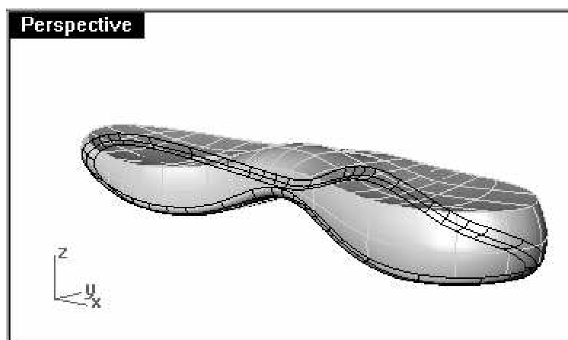
附註： 再建立混接曲面前，您可能需要合併 (分析功能表：邊緣工具 > 合併邊緣) 被修剪曲面的邊緣，在您合併一個曲面的邊緣時，可以隱藏另外一曲面，以方便作業。



合併邊緣

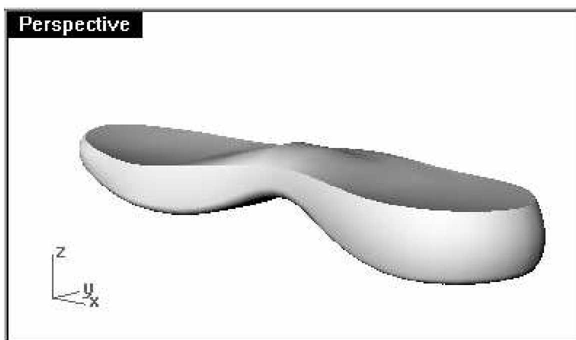
9 使用 **BlendSrf** 指令 (曲面功能表：混接曲面) 建立不等半徑的圓角。

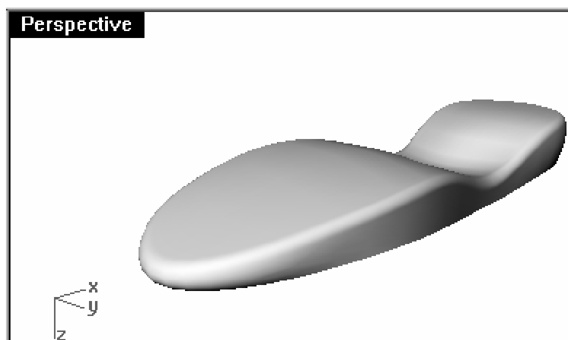




兩個用來建立混接曲面的邊緣都是封閉循環的邊緣，如果您選取的不是整個邊緣，可以點選指令行中的全部選項，選取完整的邊緣。您可以在 **BlendSrf** 指令的作業過程中加入其它斷面曲線，對混接曲面做更多的控制。

10 組合全部的曲面。





附註：



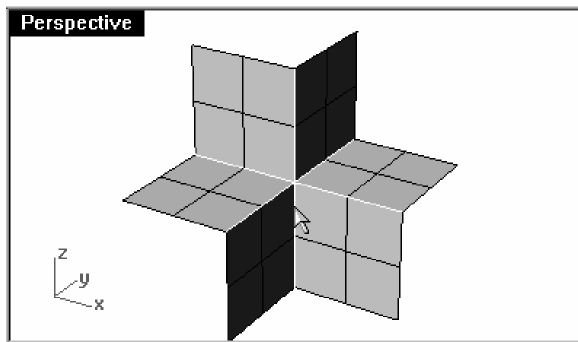
混接曲面

附註：

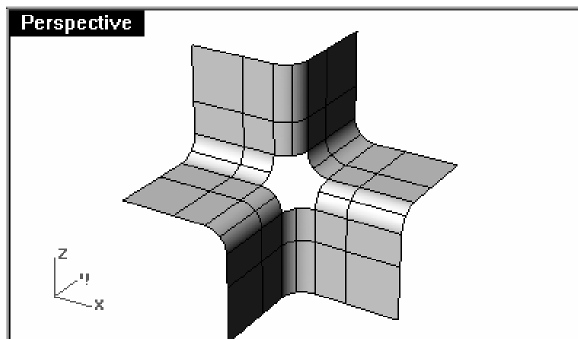
範例 17 — 嵌面與圓角

以一個嵌面填補六向圓角交會缺口：

1 開啓模型檔案 **Fillet Edge.3dm**。



2 使用 **FilletEdge** 指令（實體功能表：建立圓角邊緣）**半徑=1**，一次將所有組合邊緣做圓角。



3 使用 **Patch** 指令（曲面功能表：嵌面）填補中間的缺口。

當要填補的缺口有超過四個邊緣時，**Patch** 指令會比 **NetworkSrf** 指令適用。

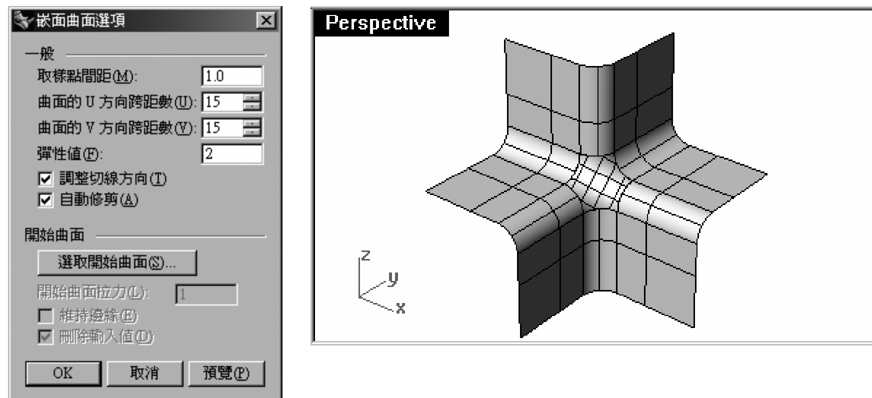


嵌面

附註：

4 選取缺口的六個邊緣建立嵌面。

5 在**嵌面曲面選項**對話框中，勾選**調整切線方向**和**自動修剪**。設定**曲面的 U** 和 **V 方向跨距數**為 **15**，**彈性值**為 **2**。



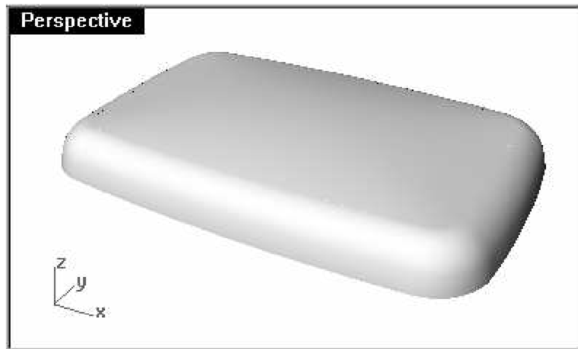
附註：

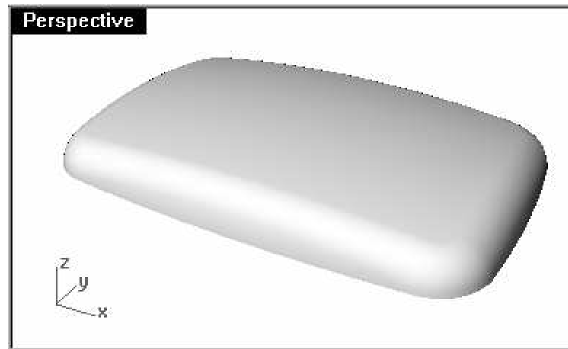
範例 18 — 圓滑的轉角

建立一個類似立方體但是上方的曲面有弧度，而且轉角圓滑的物件：

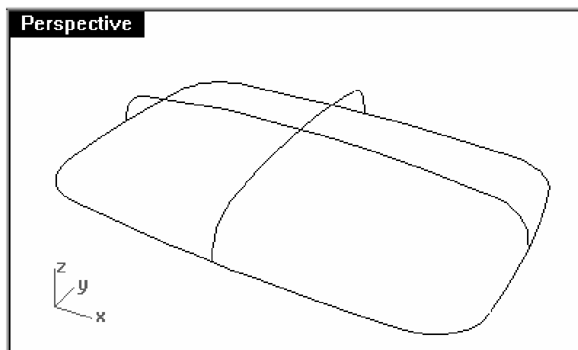
您可以使用許多方法建立如下圖物件上方有弧度的曲面。通常用來建立這個曲面的參考線上會有圓角曲線。

在這個範例中，我們會使用兩種方法以同樣的參考曲線建立這個曲面。

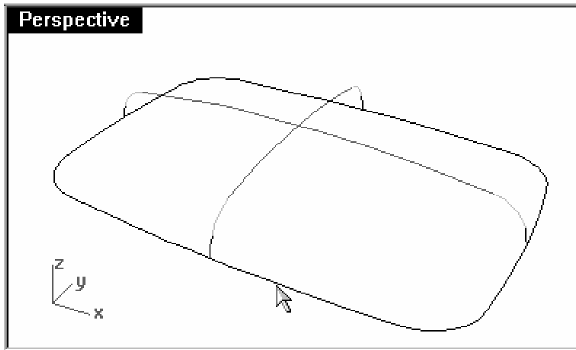




1 開啓模型檔案 **Soft Corners.3dm**。

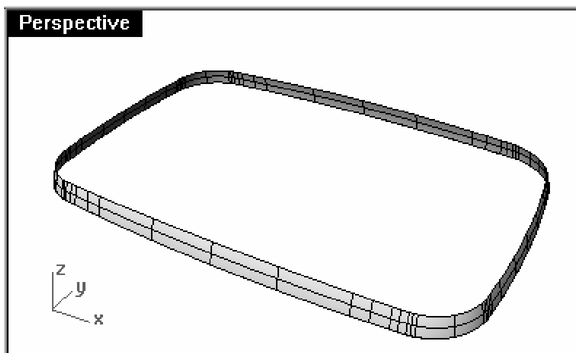


2 使用 **Join** 指令 (編輯功能表：組合) 組合圓滑立方體底面邊緣的所有圓弧曲線。



3 切換到 **03 Sweeps** 圖層。

4 使用 **Sweep1** 指令 (曲面功能表：單軌掃掠) 建立第一個曲面。



5 使用 **Sweep1** 指令 (曲面功能表：單軌掃掠) 建立第二個曲面。

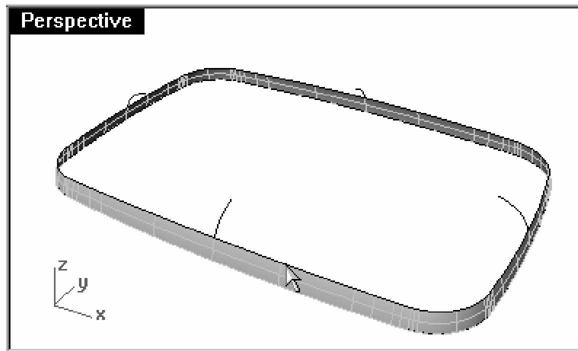
附註：



單軌掃掠

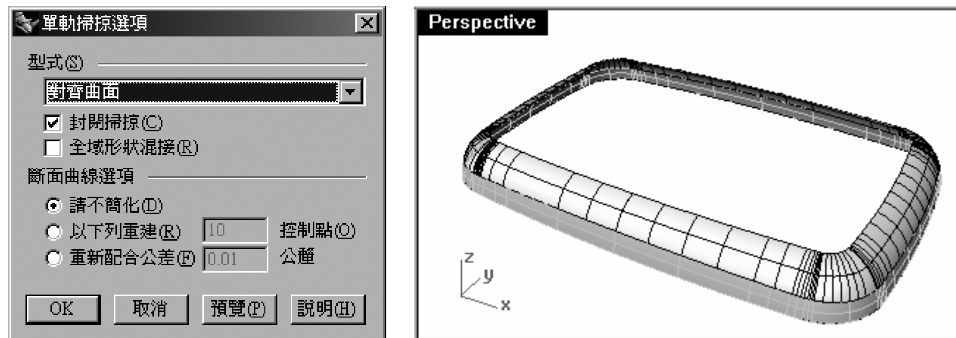
附註：

6 在**選取路徑曲線**提示下，點選您剛才建立的曲面上方的邊緣，然後依序選取所有斷面曲線，按 **Enter**.



7 在**單軌掃掠選項**對話框中，設定**型式**爲**對齊曲面**，按 **OK**。

這樣做可以確保目前建立的曲面與第一個建立的曲面之間形成正切連續。

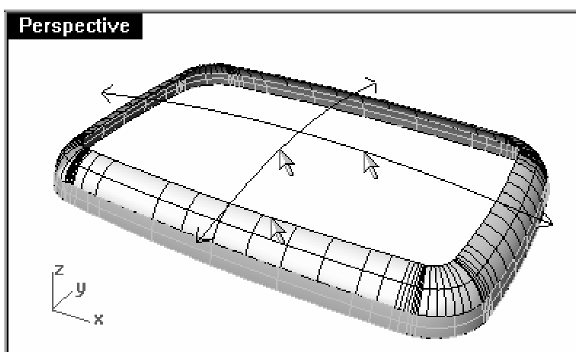


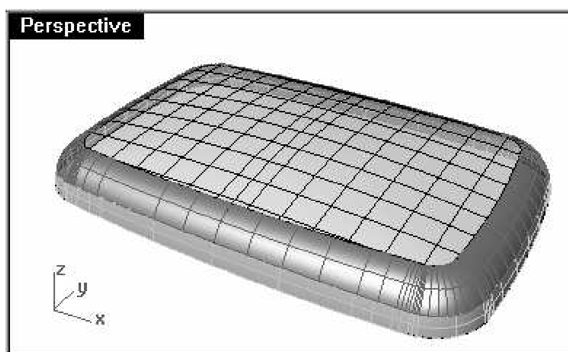
附註：

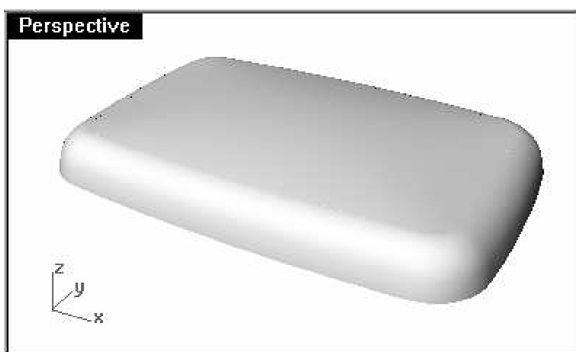


嵌面

8 使用 **Patch** 指令 (曲面功能表：嵌面) 填補中間的缺口。







建立一個類似立方體但是上方的面有弧度，而且轉角圓滑的物件(續)：

在這個範例中，您將會從建立新曲線開始。

1 切換到 **02 Separate Curves** 圖層，並關閉 **03 Sweeps** 圖層。

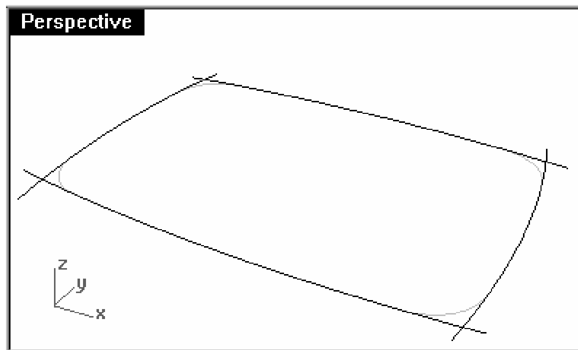
2 使用 **Extend** 指令配合**圓弧**選項 (曲線功能表：延伸曲線 > 以到某點的圓弧)，將曲線如下圖一樣延伸。

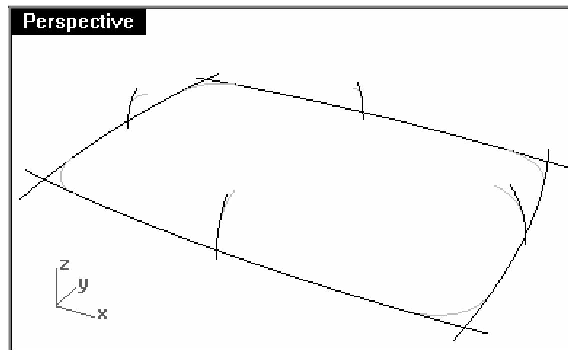
3 在**延伸終點。使用曲線曲率的半徑請按 Enter 鍵**提示下，按 **Enter**。

附註：

4 在**延伸終點**提示下，指定一點為延伸的終點。

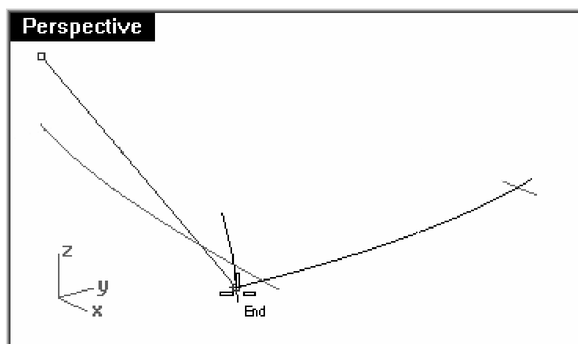
每一個圓弧的兩端都要以其半徑做延伸。

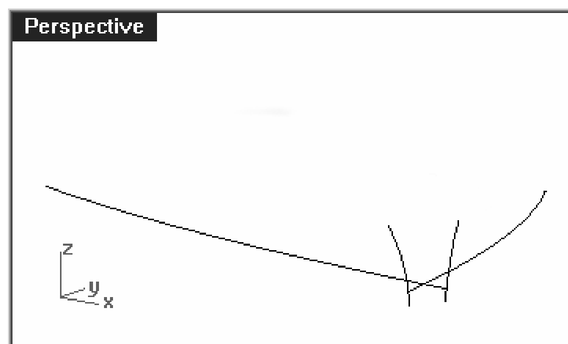




因為這個物件是對稱的，所以只要延伸一側的圓弧即可，從這些曲線建立曲面後再做鏡射。

5 將位於模型底面邊緣曲線中點處的圓弧**旋轉**到端點處。





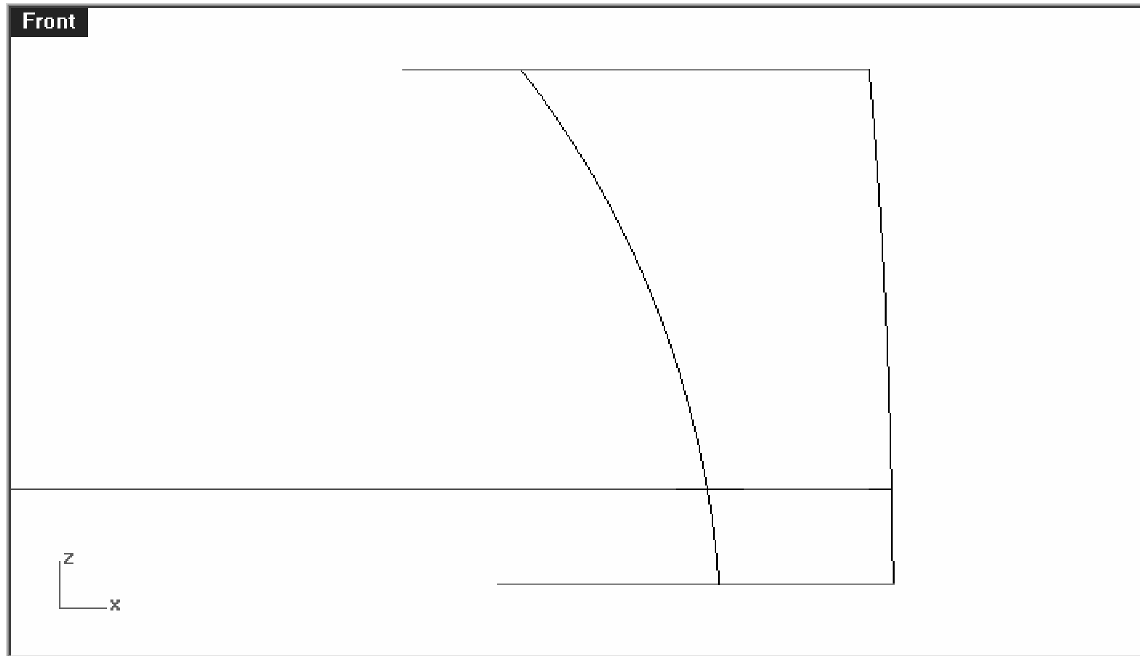
使用底面邊緣曲線的圓心做為旋轉中心點，分別將兩個延伸過的圓弧旋到底面邊緣曲線的端點(如上圖)。

附註：

6 **修剪**兩個延伸後的圓弧，使兩個圓弧的高度一致。

在 Front 或 Right 視圖中，鎖點於較短的圓弧上方端點畫出一條水平線，這條水平線必需與延伸後較長的圓弧相交。在圓弧的下方端點，以同樣的方法畫出另一條水平線。

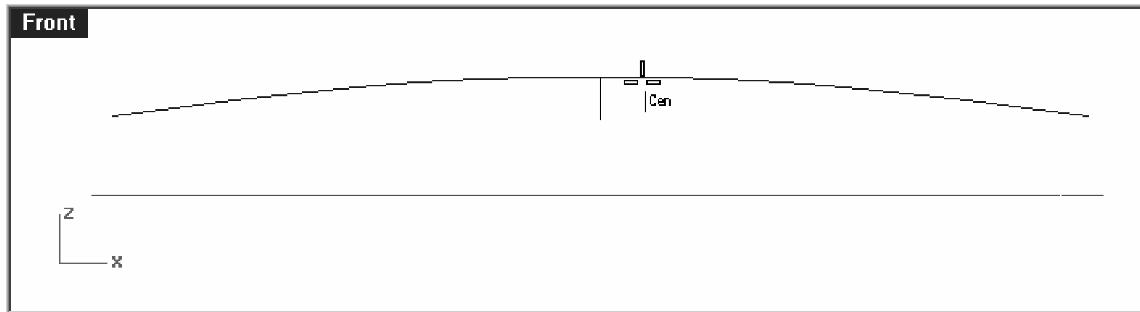
使用水平線修剪兩個圓弧後刪除水平線。



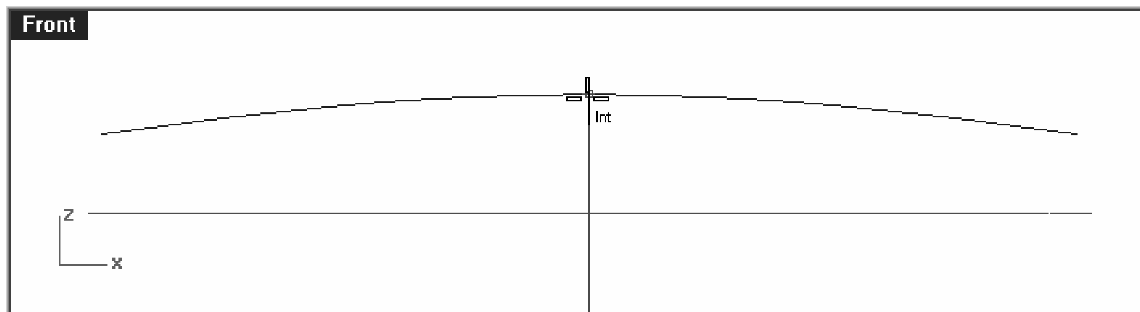
在稍後的步驟中，以這些圓弧建立的曲面會有相同的高度，兩個曲面才可以互相修剪。

附註：

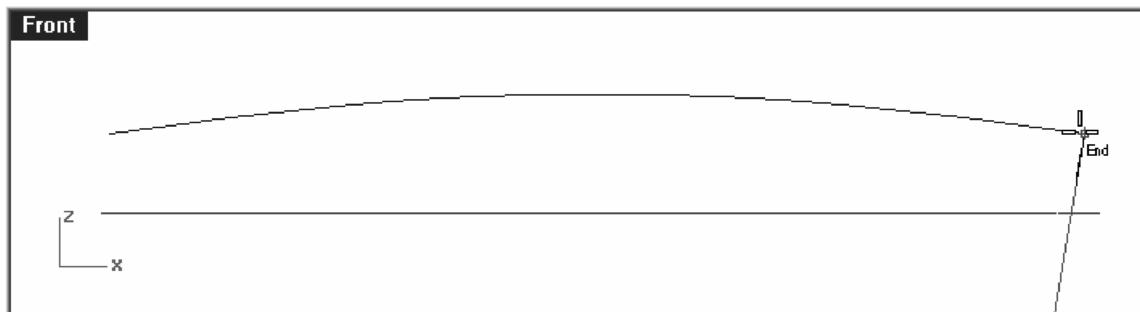
7 **旋轉**用來建立此物件上方曲面的兩個圓弧其中之一。



鎖點到另一個圓弧的圓心做為旋轉中心點。



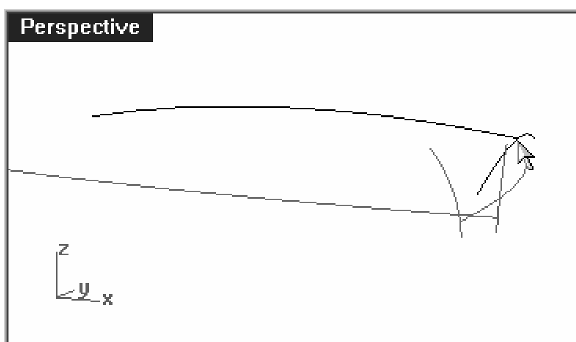
以兩個圓弧的交點做為旋轉的第一參考點。

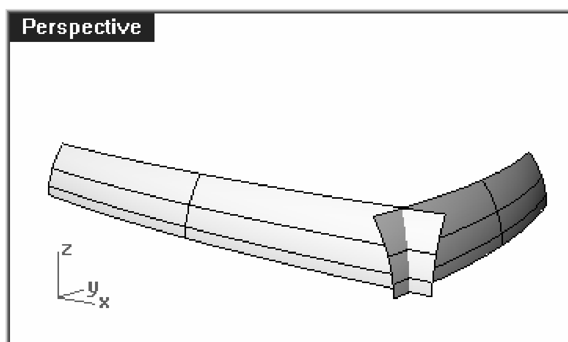


將選取的圓弧旋轉到另一個圓弧的端點，這樣做可以確保被選取的圓弧在旋轉後仍然與另一個圓弧保持垂直。

8 切換到 **04 Surfaces** 圖層。

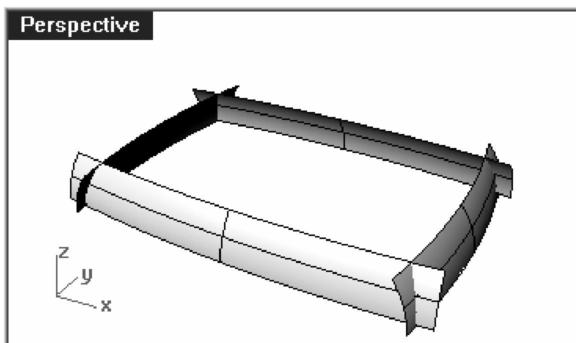
9 使用 **Sweep1** 指令 (曲面功能表：單軌掃掠) 建立兩個直立的曲面。





建立的單軌掃掠曲面的兩端斷面邊緣會與路徑垂直。

10 使用您在本課程首日建立的 **MH** 和 **MV** 指令別名，以工作平面 X 和 Y 軸做為鏡射軸，鏡射兩個曲面。



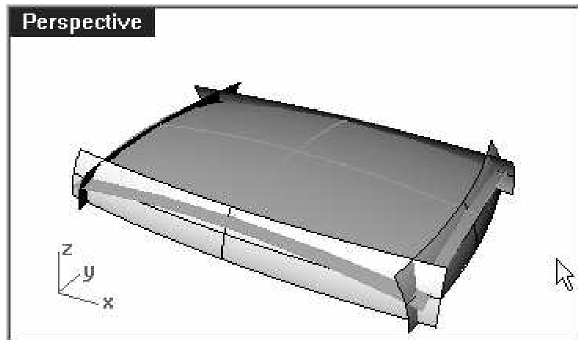
附註：



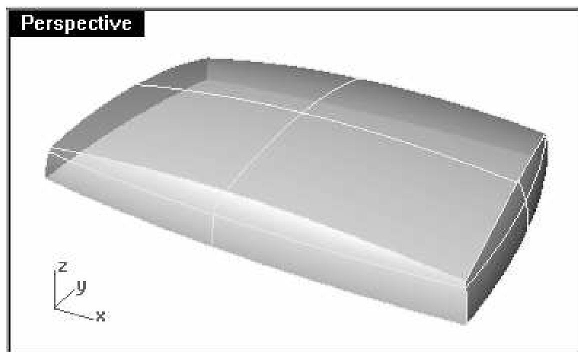
單軌掃掠

附註：

11 使用 **Sweep1** 指令，建立物件上方的曲面。



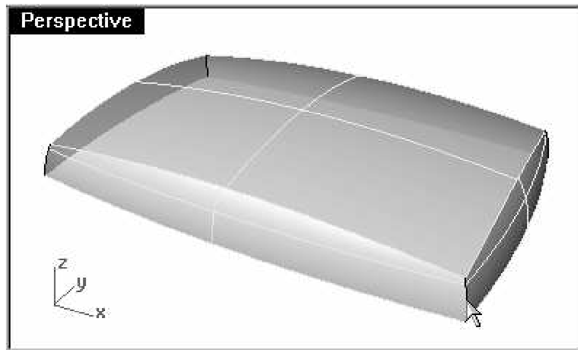
12 使用 **Trim** 指令 (編輯功能表：修剪)，以相交的曲面相互修剪。

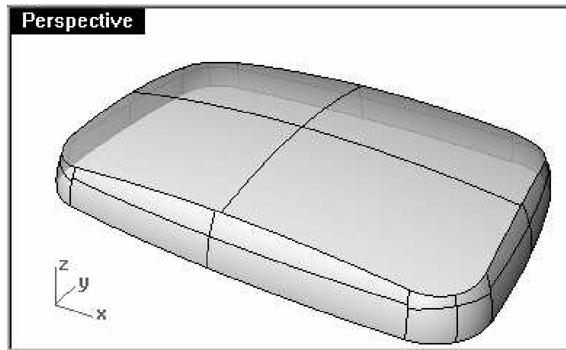


附註：

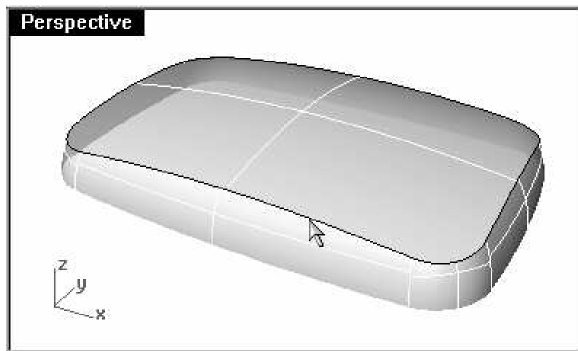
13 使用 **Join** 指令 (編輯功能表：組合) 組合全部的曲面。

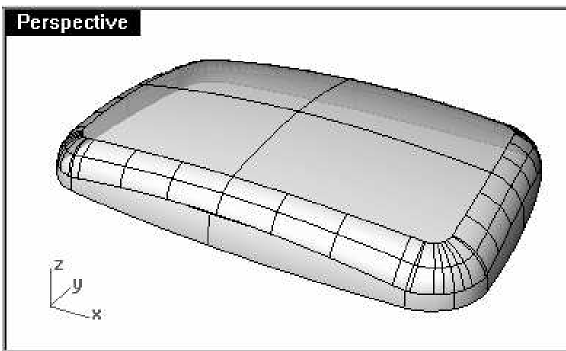
14 使用 **FilletEdge** 指令 (實體功能表：建立圓角邊緣) 以半徑 **15mm** 在四個直立的邊緣建立圓角。





15 使用 **FilletEdge** 指令 (實體功能表：建立圓角邊緣) 以半徑 **10mm** 在上方曲面的邊緣建立圓角。

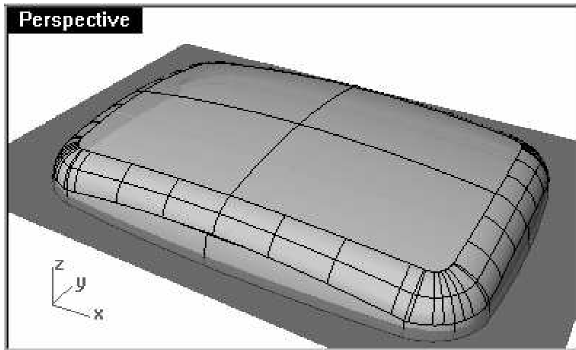


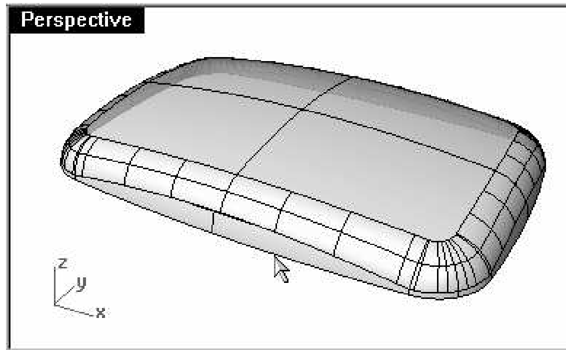


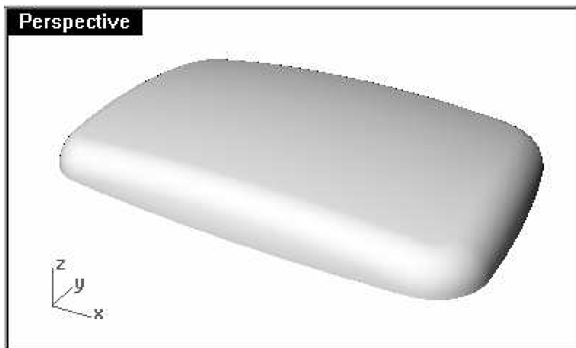
附註：

16 使用 **CutPlane** 指令 (曲面功能表：平面 > 切割用平面) 在工作平面上建立一個切割用平面。

17 將多重曲面在切割用平面之下的部分修剪掉。







建立的曲面結構非常簡潔平滑，而且沒有銳邊。

附註：

6 進階曲面建立技巧

在建立曲面時您會遇到無數複雜或需要技巧的問題。在這個章節裡，我們會學習建立某些類型的曲面，同時又能保持曲面結構簡潔的技巧。在本章節的範例裡，除了會教您一些特別的曲面建立技巧以外，也會讓您了解在 Rhino 裡您可以創造性地結合各種工具的運用，解決建立曲面時所遇到的難題。

在這個章節裡，您會學到如何建立平滑的圓頂造型按鈕、漸消面和如何整平曲面的技巧。

圓頂造型按鈕

在這個範例中建立曲面的目標是要建立一個手機上的圓頂造型按鈕，按鈕的圓頂曲面除了要與周圍的曲面平滑相接以外還要保有自己的圓頂造型。您可以使用許多方法來這立這樣的曲面，本範例中會使用其中的三種方法。



範例 18 — 平滑的圓頂按鈕

附註：

1 開啓模型檔案 **Button Domes.3dm**。

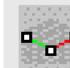
這個範例的關鍵在於定義一個與曲面上某個區域最接近的自訂工作平面。定義這個工作平面後，您可以使用許多方法來建立需要的曲面。

定義工作平面的方法有許多種，在這個範例中我們會討論三種方法：通過三個點的工作平面、與曲線垂直的工作平面、配合物件的工作平面。

2 使用 **OneLayerOn** 指令開啓 **Surfaces to Match** 圖層，您所看到的曲面上的洞是要放置按鈕的位置。

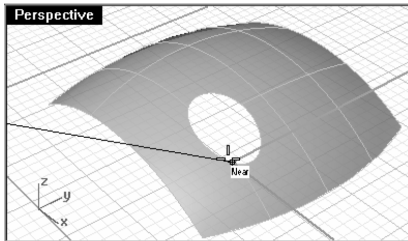
以三點定位建立自訂的工作平面：

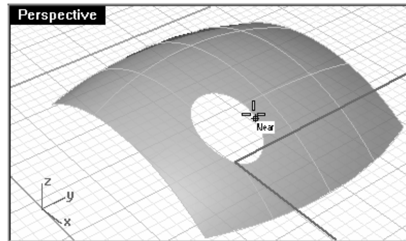
1 執行 **CPlane** 指令，並使用**三點**選項 (視圖功能表：設定工作平面 > 三點定位)。

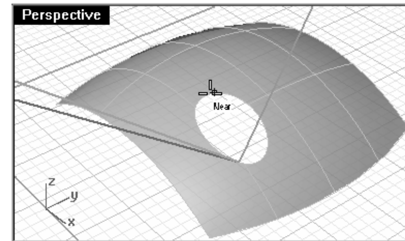


設定工作平面：三點定位

2 在 **Perspective** 作業視窗中，使用**最近點**物件鎖點，於曲面上洞的邊緣上指定三個點。

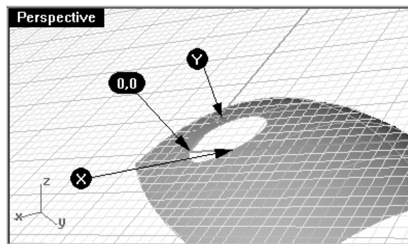






設定的工作平面會通過您指定的三個點。

3 旋轉 **Perspective** 視圖，您可以看到工作平面格線與曲面上的洞對齊。



附註：

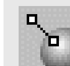
建立與曲線垂直的工作平面：

畫出曲面的法線，然後設定工作平面與這條曲線垂直。這個方法可以畫出與曲面上任何指定點正切的工作平面。



設定工作平面：上一個

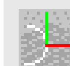
1 執行 **CPlane** 指令，並使用**上一個** (作業視窗標題右鍵功能表：設定工作平面 > 上一個) 復原工作平面變更。



曲面法線

2 執行 **Line** 指令，並使用**法線**選項 (曲線功能表：直線 > 曲面的法線)，在接近曲面上洞的中心點畫出一條曲面法線。

請注意，您除了可以在可見的曲面上畫出法線以外，也可以在被修剪掉的曲面上畫出法線。。

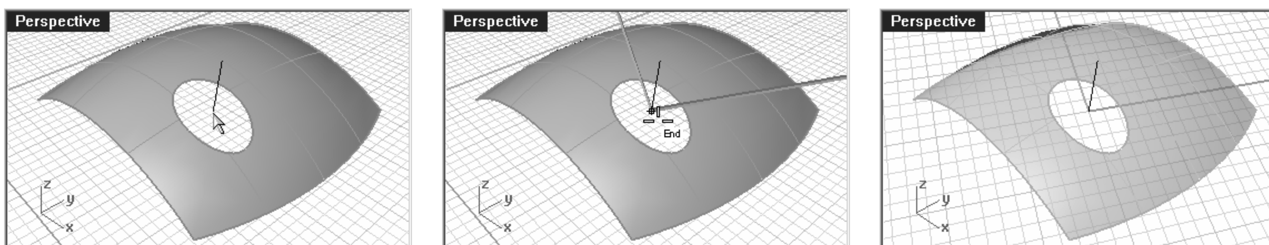


設定工作平面：與曲線垂直

3 執行 **CPlane** 指令，並使用**曲線**選項 (視圖功能表：設定工作平面 > 與曲線垂直)

4 在**選取要垂直定位工作平面的曲線**提示下，點選剛才畫出的曲面法線。

5 在**工作平面原點或按 Enter 鍵接受預設值**提示下，以**端點**物件鎖點，放置工作平面原點於靠近曲面的法線端點。



設定工作平面與曲面法線垂直。

附註：

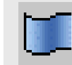
配合數個點建立工作平面：

使用 PlaneThroughPt 指令建立一個矩形平面，使其通過數個從物件上抽離的點物件，這個矩形平面會盡可能地逼近所有的點物件。**CPlane** 指令的**物件**選項會將工作平面原點放置於矩形平面的中心點，這是建立這個模型中的按鈕一個不錯的方法。您可以使用許多方法抽離點物件，例如從按鈕自己的曲面邊緣或從洞的邊緣抽離點物件。

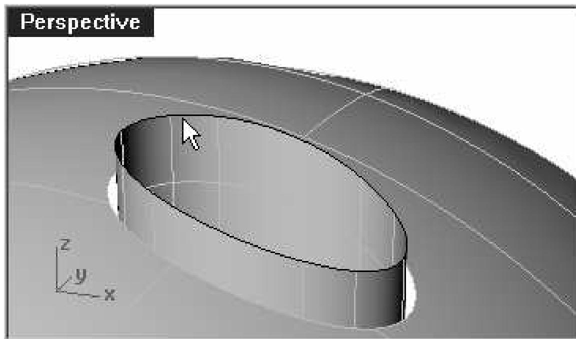
1 執行 **CPlane** 指令，並使用**上一個**選項 (作業視窗標題右鍵功能表：設定工作平面 > 上一個) 復原工作平面變更。

2 開啓 **Surfaces** 圖層。

3 使用 **DupEdge** 指令 (曲線功能表：從物件建立的曲線 > 重複邊緣) 複製按鈕曲面的上方邊緣。

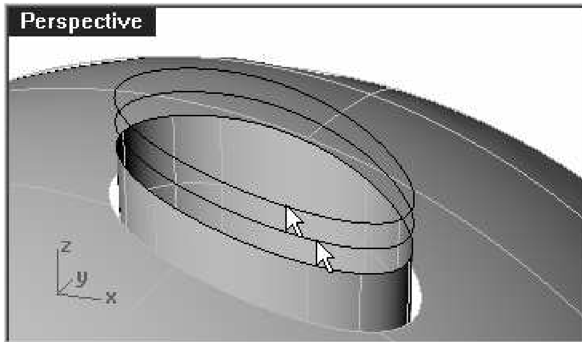


重複邊緣



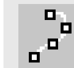
附註：

4 往垂直的方向將這條曲線**複製**兩次。

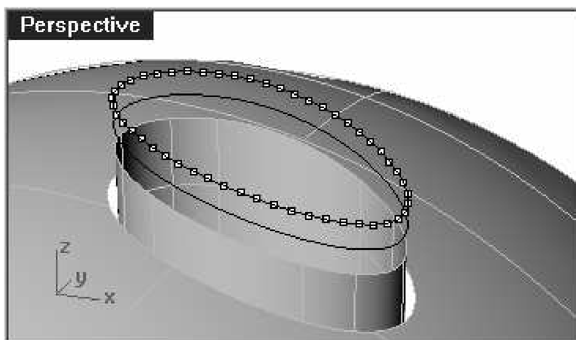


這些曲線的垂直位置會決定按鈕圓頂曲面的形狀。

5 使用 **Divide** 指令 (曲線功能表：點物件 > 曲線分段方式 > 線段數目) 在曲線上建立 50 個點。



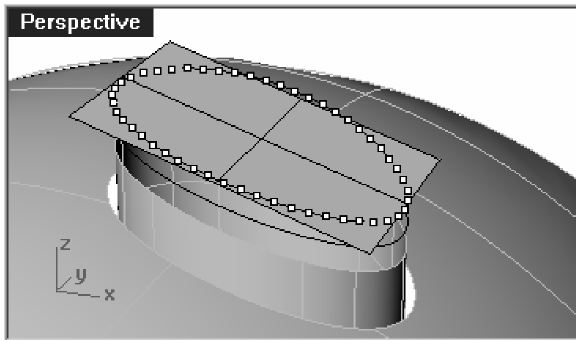
曲線分段



附註：

6 使用 **SelLast** 指令選取所有剛才建立的點。

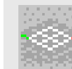
7 使用 **PlaneThroughPt** 指令 (曲面功能表：平面 > 通過點) 建立通過選取點的平面。



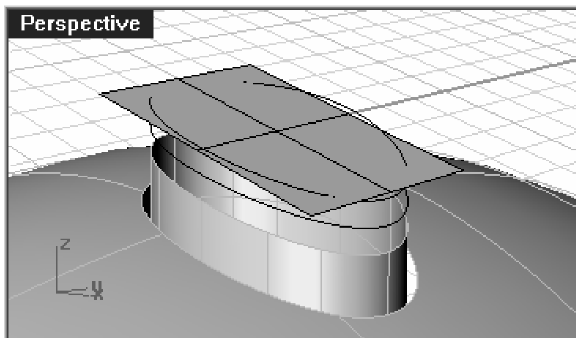
建立的矩形平面會盡可能地逼近所有被選取的點。

8 按 **Delete** 鍵，刪除仍然處於選取狀態下的點物件。

9 執行 **CPlane** 指令，並使用**物件**選項 (視圖功能表：設定工作平面 > 以物件) 將工作平面與矩形平面對齊。



設定工作平面：以物件



10 從**視圖**功能表中點選**已命名工作平面**，然後按**儲存**，命名並儲存自訂的工作平面。



儲存工作平面

附註：

11 在**儲存工作平面**對話框中，鍵入 **Button Top**，按 **OK**。



以放樣建立按鈕：

1 使用 **Loft** 指令建立按鈕的圓頂。

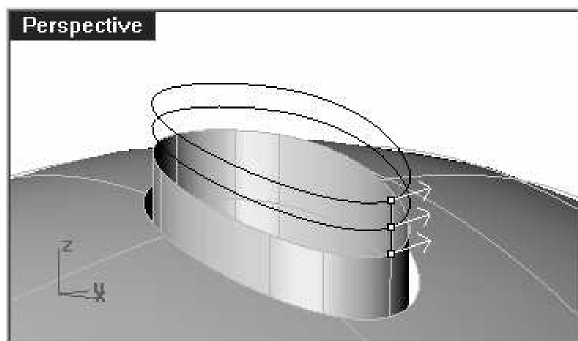
2 在**選取要放樣的曲線 (點)** 提示下，選取三條曲線。

3 在**選取要放樣的曲線 (點)** 提示下，鍵入 **P**，按 **Enter**。

4 在**放樣終點**提示下，請確定使用中的作業視窗是自訂工作平面所在的作業視窗，然後按 **0**，再按 **Enter**。

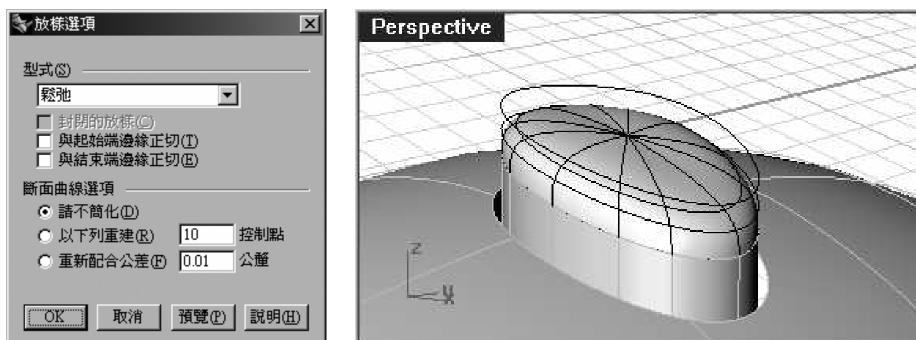
放樣的終點會位在剛才建立的矩形平面的中心點，也就是自訂的工作平面原點。

5 在**調整曲線接縫...** 提示下，按 **Enter**。



附註：

6 在**放樣選項**對話框的**型式**選單中，選取**鬆弛**。



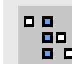
使用**鬆弛**選項時，參考曲線的控制點會變成放樣曲面的控制點。而使用**一般**選項時，參考曲線會成為放樣曲面的結構線。

7 開啓放樣曲面的控制點。

8 選取中心點外圍第一圈控制點。

選取其中一個控制點，然後使用 **SelV** 或 **SelU** 指令將一整圈的控制點選取。

9 使用 **SetPt** 指令 (變形功能表：設定點)，設定所有被選取的點在 Z 軸的高度對齊按鈕中心點。



設定點

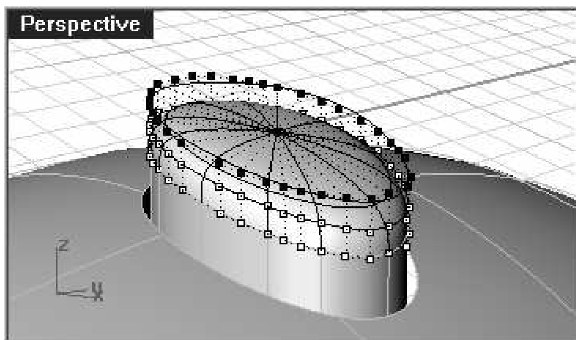
記住，這裡的 Z 軸是指目前工作平面的 Z 軸。

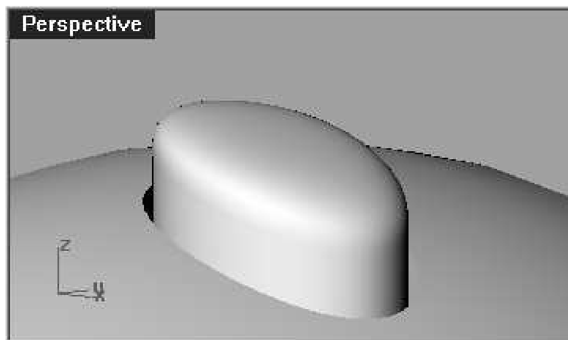
10 在**設定點**對話框中，只選取 **Z** 和**對齊工作平面**。



附註：

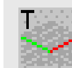
11 在**點的位置**提示下，鍵入 **0**，按 **Enter**。





將這一圈的控制點與按鈕中心點對齊可形成平滑的按鈕圓頂。

12 在 **Perspective** 作業視窗中，使用**作業視窗標題右鍵**功能表，選取**設定工作平面 > 世界 Top**。



設定工作平面：世界 Top

附註：

以嵌面建立這個按鈕：

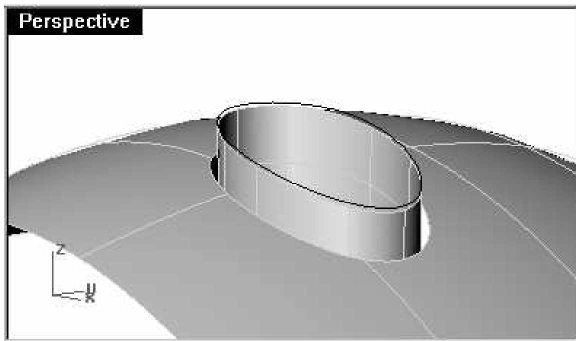
1 使用 **DupEdge** 指令複製圓柱曲面上方的邊緣。

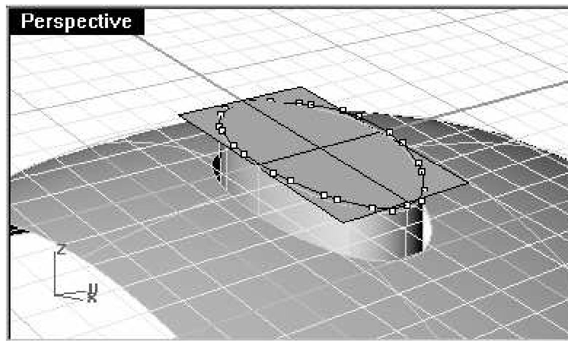
2 將複製的曲線在世界 Z 軸向上**移動**一小段距離。

3 使用 **Divide** 指令像之前一樣在這條曲線上建立 50 個分段點。

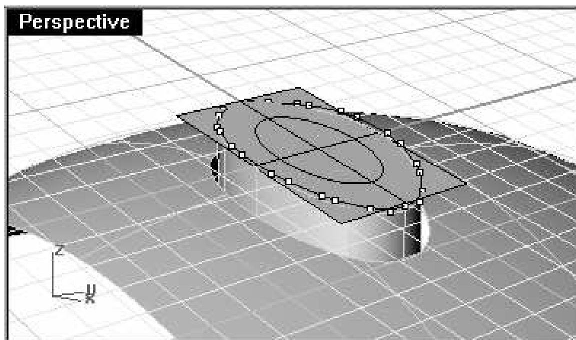
4 像之前的範例一樣，使用 **PlaneThroughPt** 指令建立一個通過這些點的矩形平面，然後刪除所有的點。

5 執行 **CPlane** 指令，並使用**物件**選項，設定工作平面到剛才建立的矩形平面上。

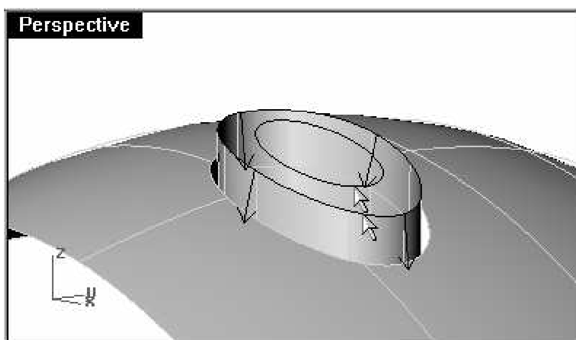


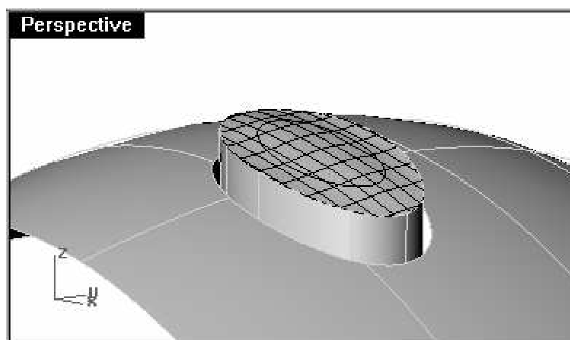


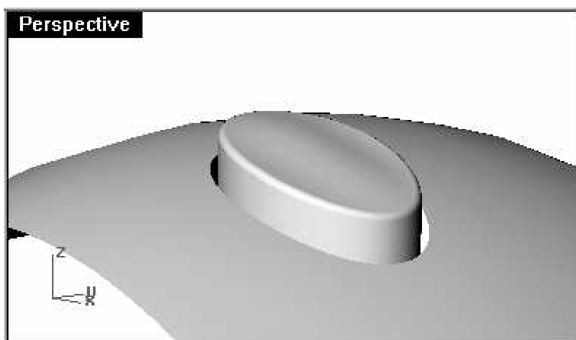
6 以自訂的工作平面原點爲圓心，畫出一個橢圓。



7 使用 **Patch** 指令，選取圓柱曲面上方邊緣和剛才建立的橢圓。







橢圓的大小和垂直高度會影響建立的曲面的形狀。

8 **組合**兩個曲面，並使用 **FilletEdge** 指令建立圓角邊緣。

9 **復原**到建立嵌面之前的狀態，將橢圓往下移動，再一次建立嵌面。

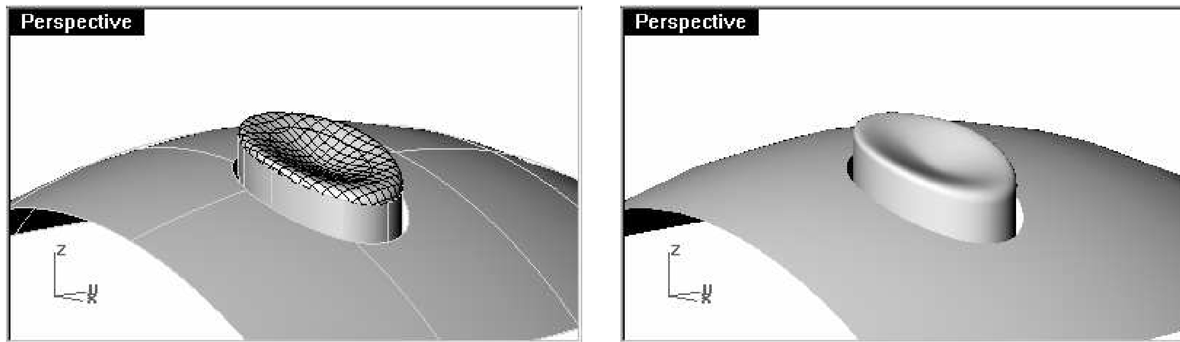
附註：



嵌面

附註：

10 在**嵌面曲面選項**對話框中，勾選**調整切線方向**。



建立的曲面會與圓柱曲面正切，而且按鈕中心會往下凹。

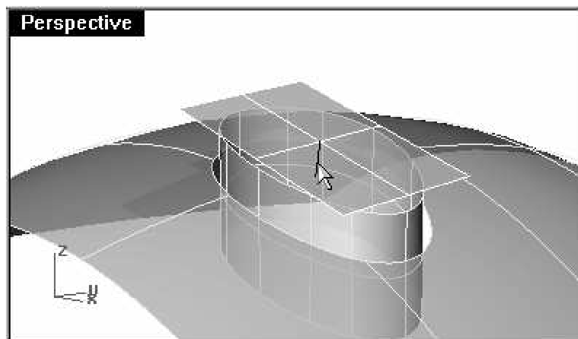
以沿著路徑旋轉建立這個按鈕：

1 使用 **DupEdge** 指令複製圓柱曲面上方的邊緣。

2 將複製的曲線往世界 Z 軸方向**移動**一小段距離。

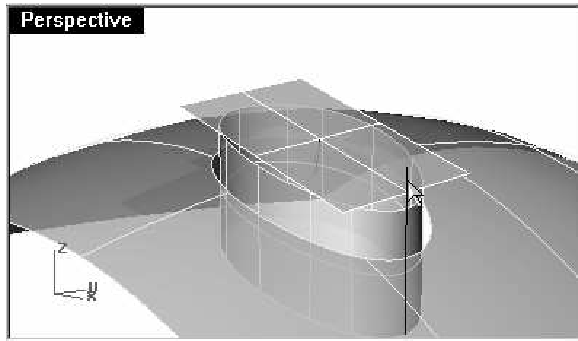
3 使用 **Divide** 和 **PlaneThroughPt** 指令，如同之前一樣，將**工作平面**設定到這條曲線上。

4 執行 **Line** 指令，並使用**垂直**選項，從工作平面原點往下畫出一條適當長度的直線。

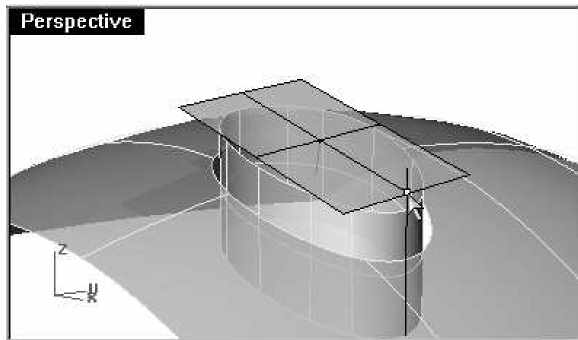


附註：

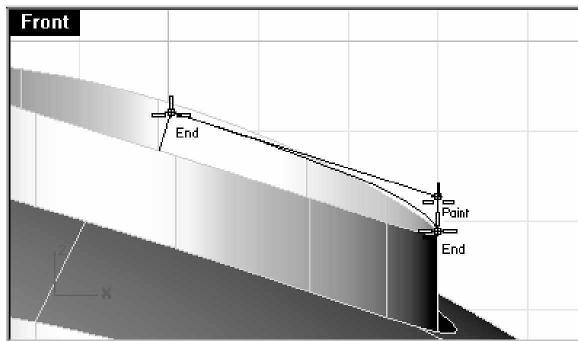
5 使用 **Extend** 指令 (曲線功能表：延伸曲線 > 以直線) 將圓柱曲面接縫往上延伸穿過矩形平面。



6 使用 **Intersect** 指令 (曲線功能表：從物件建立的曲線 > 交集) 找出圓柱曲面接縫延伸線和矩形平面的交點。



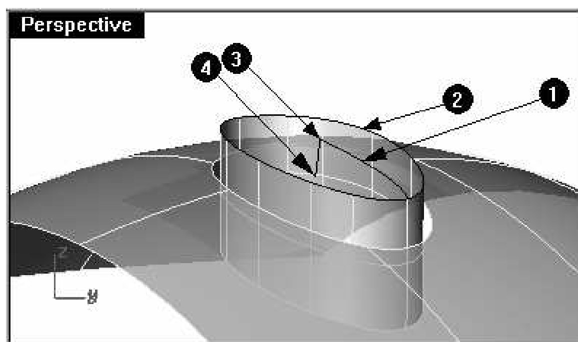
7 使用 **Curve** 指令，以按鈕中心的直線上方端點爲起點，以上一個步驟建立的點爲曲線的第二個控制點，以圓柱曲面接縫上方端點爲曲線終點，畫出按鈕的輪廓曲線。

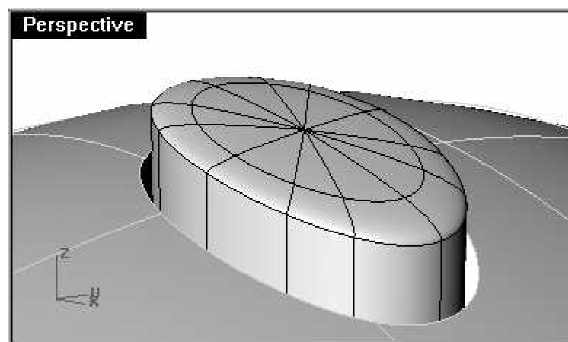


8 執行 **RailRevolve** 指令 (曲面功能表：沿路徑旋轉)。

9 在**選取輪廓曲線** (調整高度=否) 提示下，鍵入 **S**，設定調整高度=是，按 **Enter** 。

10 選取輪廓曲線(1)、圓柱曲面上方邊緣(2)爲路徑曲線、按鈕中心的直線的兩個端點(3 和 4)爲旋轉軸的起點和終點。





附註：



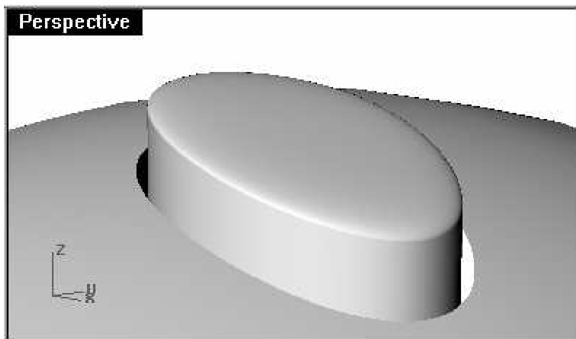
沿路徑旋轉

附註：

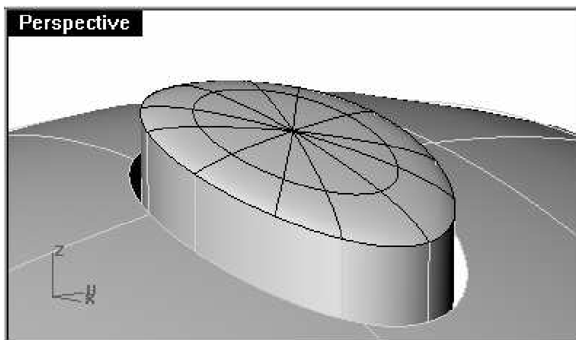


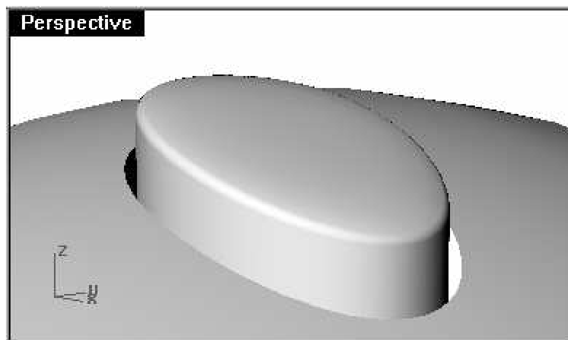
銜接曲面

11 **RailRevolve** 指令在建立曲面時並不會考慮曲面之間的連續性，所以您必需使用 **MatchSrf** 指令將新建立的曲面與按鈕的圓柱曲面做銜接，使兩個曲面形成正切連續。



您可以在畫出按鈕輪廓曲線的時候不考慮畫出的曲線與圓柱曲面接縫之間是否正切，以沿著路徑旋轉建立曲面後再以 fillet 指令在兩個曲面之間建立圓角。





附註：

漸消面

通常需要建立漸消面的情形是兩個曲面在相接邊緣的一端爲某個角度，在另一端變化爲正切以上連續，稍後的範例會舉出兩種可能的情形。



範例 19 — 建立漸消面

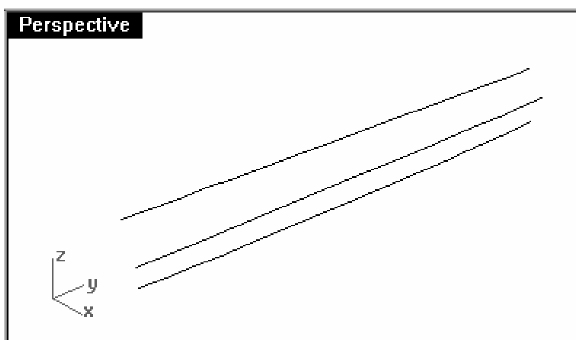
這個範例的關鍵在於兩個曲面邊緣的兩端以不同的連續性銜接。我們會以 10 度的角度銜接兩個曲面邊緣的一端，而另一端以正切連續銜接。要完成這樣的曲面必需建立一個角度正確的替代曲面(Dummy)，將上方曲面的下方邊緣與其銜接，在替代曲面被刪除或隱藏後，留下來的兩個曲面間會形成一條漸消的銳邊。

1 開啓模型檔案 **Crease 01.3dm**。

2 開啓 **Curve** 和 **Loft** 圖層。

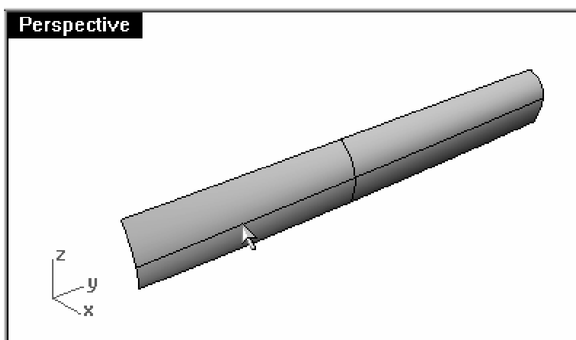
3 切換到 **Loft** 圖層。

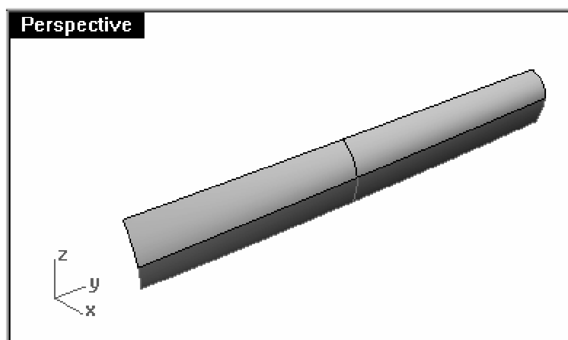
4 使用 **Loft** 指令以模型中的三條曲線建立放樣曲面。



因爲 Loft 指令會記憶本次 Rhino 開啓後最後一次執行 Loft 指令的設定值，所以您必需確定**放樣型式**設定爲**一般**和**請不簡化**。

5 我們會以這三條曲線建立一個曲面，這個曲面在中間會有一條銳邊。使用中間曲線將曲面分割成兩個曲面。



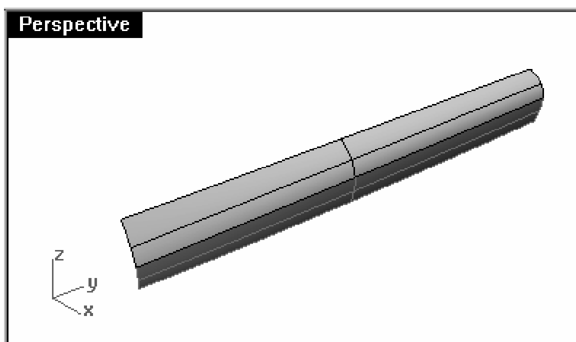


附註：



放樣

6 使用 **ShrinkTrimmedSrf** 指令 (曲面功能表：曲面編輯工具 > 縮回已修剪曲面) 縮回兩個曲面。



如果被縮回的曲面是以其結構線修剪或分割時，縮回後的邊緣會變成未修剪的邊緣，因爲修剪的邊緣與原生的曲面邊緣完全一樣。

以放樣參考曲線修剪曲面其實就等於以結構線修剪曲面。

要分割的曲面是單一曲面時，您也可以使用 Split 指令的**結構線**選項將曲面分割。

7 隱藏下方的曲面。

建立替代曲面：

我們會將上方的曲面與新建立的替代曲面做銜接。

替代曲面是由一條或以上的不同角度的直線線段沿著上方曲面的下方邊緣所建立的。

要建立一條與曲面非正切的直線線段，但是與正切方向差距某個指定角度時，最簡單的方法是使用變形工具放置正切直線線段，然後做特定角度的旋轉。

1 切換到 **Dummy Curve** 圖層。

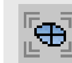
2 在 Top 作業視窗中畫一條 20 單位長的直線。

3 執行 **OrientCrvToEdge** 指令 (變形功能表：定位 > 曲線至邊緣)。

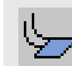
4 在**選取要定位的曲線**提示下，選取剛剛畫出的直線。

5 在**選取目標曲面邊緣**提示下，點選曲面下方邊緣。

附註：



縮回已修剪曲面



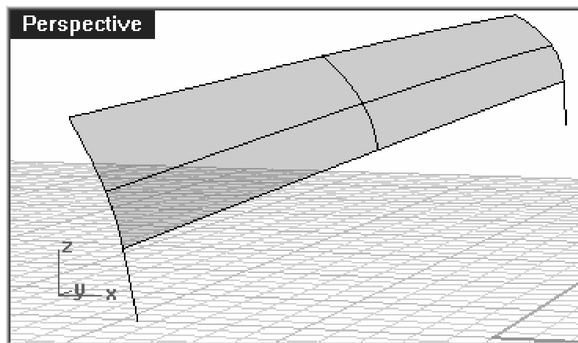
定位曲線至邊緣

附註：

6 在**挑選目標邊緣點**提示下，鎖點到邊緣的一個端點。

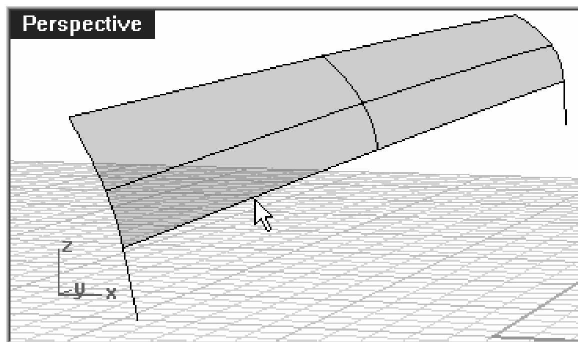
7 在**挑選目標邊緣點**提示下，鎖點到邊緣的另一個端點。

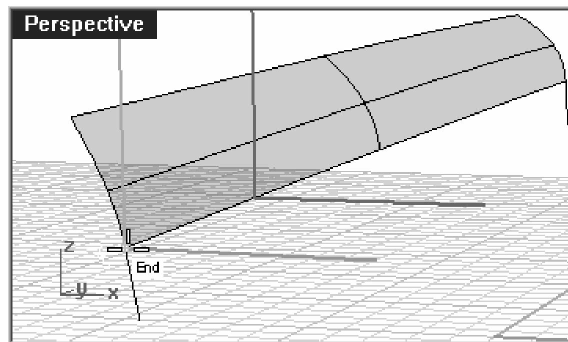
8 在**挑選目標邊緣點**提示下，按 **Enter**。



直線定位後應該與上圖一樣。

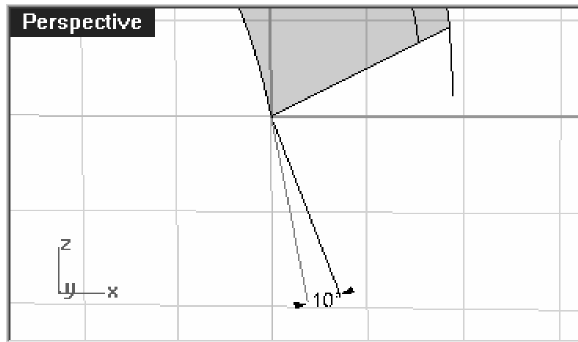
9 在 **Perspective** 作業視窗中，在**作業視窗標題右鍵功能表**中選取**設定工作平面 > 與曲線垂直**設定工作平面垂直於曲面下方邊緣，鎖點於前方直線上方的端點。





附註：

10 執行 **Rotate** 指令，以自訂工作平面原點爲旋轉中心點，將前方的直線線段旋轉-10 度。



直線旋轉後應該與上圖一樣。

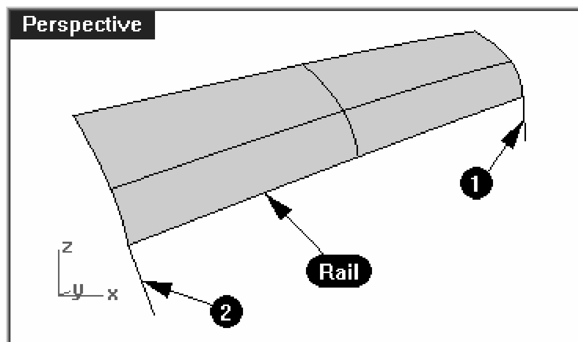
11 切換到 **Dummy Surface** 圖層。



單軌掃掠

12 使用 **Sweep1** 指令 (曲面功能表：單軌掃掠) 建立替代曲面。

13 以上方曲面的下方邊緣爲掃掠路徑，兩條直線線段(1 & 2)爲斷面參考線 。

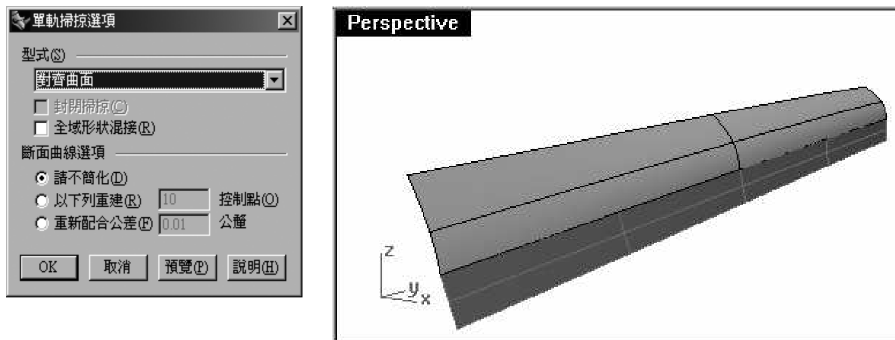


請確定您選取的掃掠路徑爲曲面邊緣，而不是之前建立放樣曲面時的參考線 。

附註：

14 在**單軌掃掠選項**對話框的**型式**下拉選單中選取**對齊曲面**。

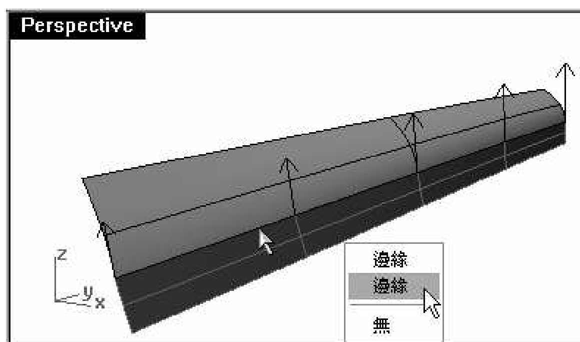
這個選項可維持斷面曲線相對於曲面邊緣的角度定位，使一條與曲面正切的斷面曲線(1)沿著曲面邊緣掃掠時，除非有另一條角度定位不同的斷面曲線(2)存在，否則整個掃掠曲面都會和邊緣路徑的曲面維持正切連續。當有兩條角度定位不同的斷面曲線時，掃掠曲面的形狀會由一條斷面曲線漸變到另一條斷面曲線。



衔接上方的曲面與替代曲面：

1 使用 **MatchSrf** 指令將上方的曲面與替代曲面做衔接。

2 在**選取要變更的未修剪曲面邊緣**提示下，選取上方曲面的下方邊緣。

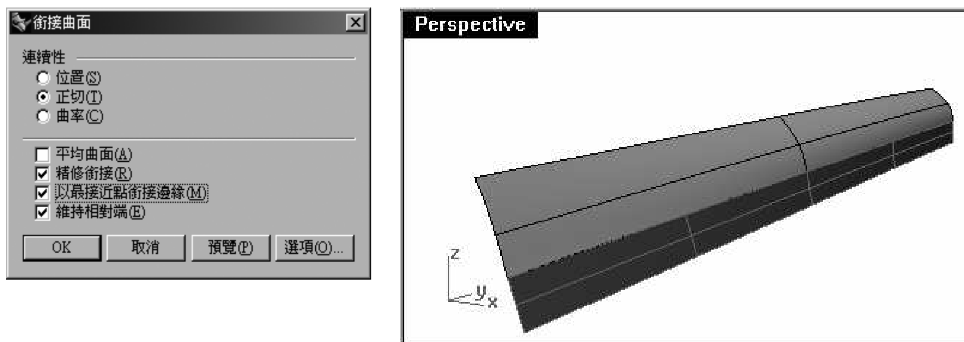


附註：

3 在**選取目標曲面邊緣**提示下，選取替代曲面的上方邊緣。

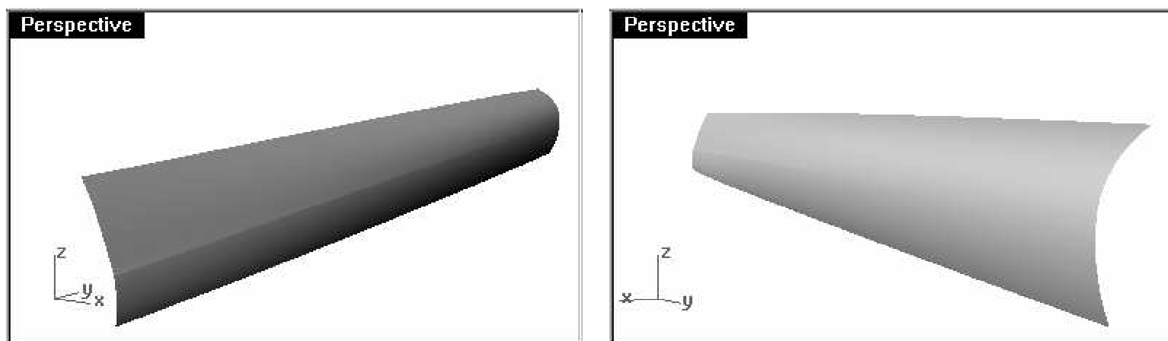
4 在**銜接曲面**對話框中，選取**正切**，並勾選**以最接近點銜接邊緣**。

使銜接曲面所造成的曲面變形程度降到最小。



5 顯示之前被隱藏的下方曲面(紅色)，並隱藏替代曲面(藍色)。

6 **組合**上方和下方的兩個曲面。



多重曲面上的銳邊從明顯的一端逐漸消失於另一端。如果您需要對銳邊兩側曲面的角度做更多的控制，您可以放置更多的斷面曲線來建立替代曲面。

因爲兩個曲面都是未修剪的曲面，您可以再將兩個曲面合併成一個單一曲面。

附註：

範例 20 — 建立漸消面 (2)

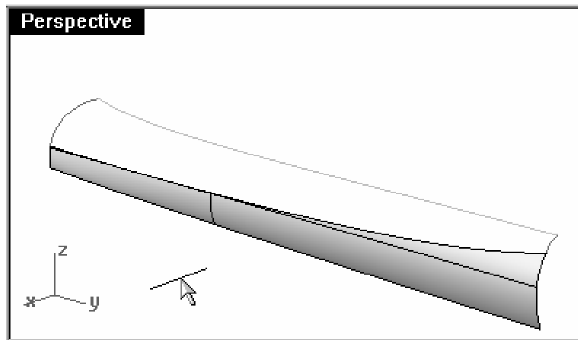
這個範例裡的漸消銳邊和曲面之間的關係較爲複雜。雖然與前一個範例類似，但上方的曲面是以雙軌掃掠建立的。

以修剪過的曲面邊緣建立漸消面：

1 開啓模型檔案 **Crease 02.3dm**。

2 使用 **Line** 指令 (曲線功能表：直線 > 單一直線) 在目前的作業視窗中任意畫出一條直線。

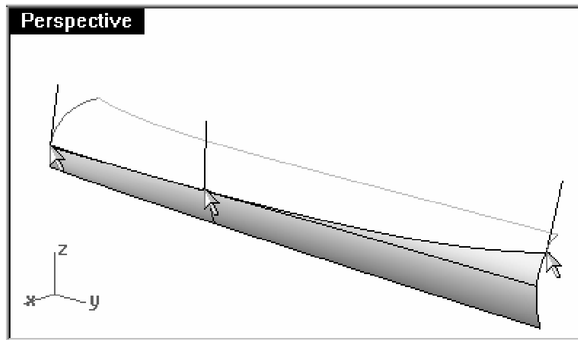
我們會使用這條直線建立替代曲面(Dummy)。



附註：

3 使用 **OrientCrvToEdge** 指令 (變形功能表：定位 > 曲線至邊緣) 將上一個步驟畫出的直線移動到下方曲面的上方邊緣。

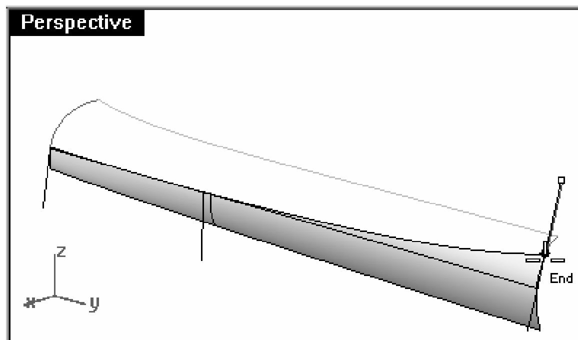
4 在曲面邊緣的兩端即中段附近各放置一條直線。



如果直線被定位到相鄰直的邊緣上，您可以將直線放在曲面上方邊緣非常接近端點的位置，稍後再將此直線移動到曲面上方邊緣的端點上。

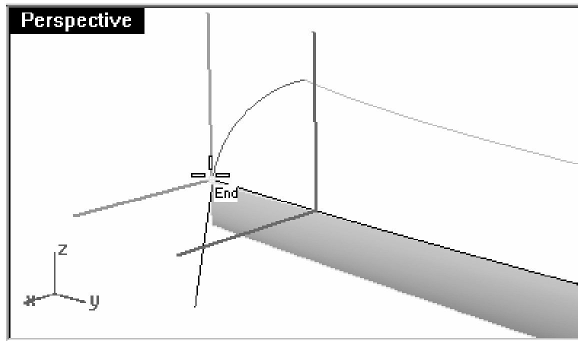
定位到曲面邊緣的直線會和曲面正切。

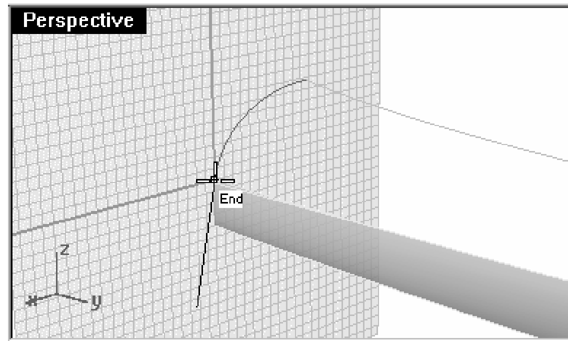
5 **移動**所有被定位的直線，以每一條直線的上方端點爲移動的起點，下方的端點爲移動的終點。



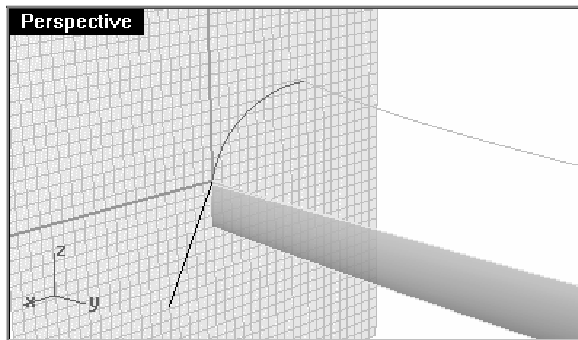
附註：

6 使用 **CPlane** 指令 (視圖功能表：設定工作平面 > 與曲線垂直) 設定工作平面到曲面上方邊緣左側的端點，使工作平面與端點上的直線對齊。



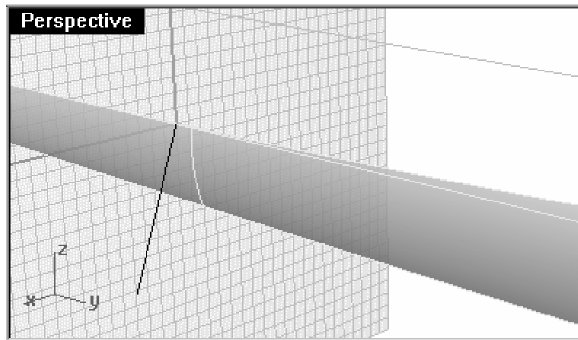


7 使用 **Rotate** 指令 (變形功能表：旋轉) 將直線旋轉 15 度(逆時鐘方向)。



附註：

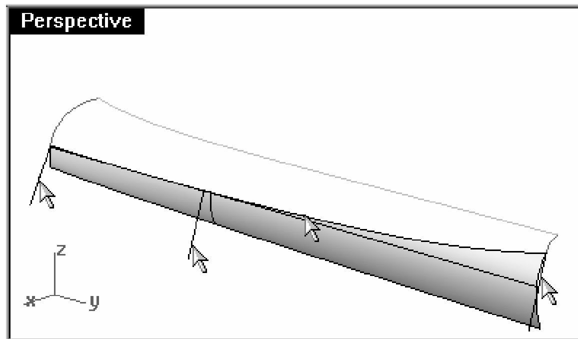
8 在曲面邊緣中段的直線重複以上的步驟。

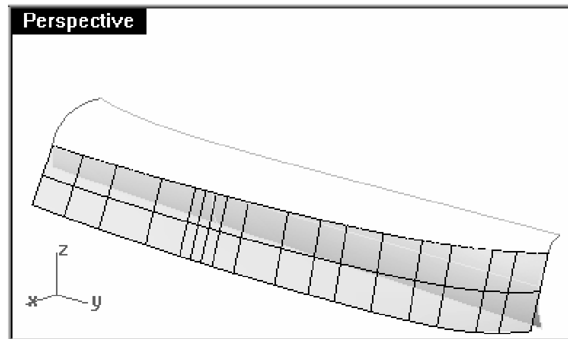


建立替代曲面：

1 使用 **Sweep1** 指令，建立替代曲面。

2 選取下方曲面的上方邊緣爲單軌掃掠路徑，三條直線爲斷面參考線，並使用**對齊曲面**型式建立單軌掃掠曲面。

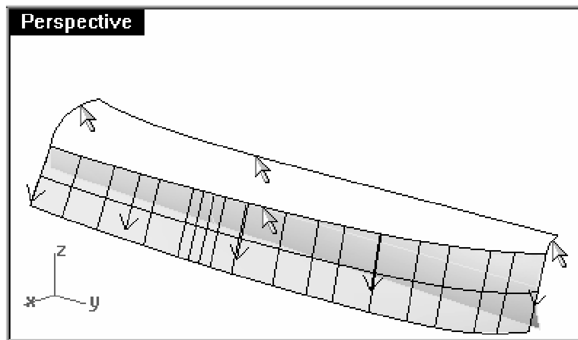




附註：

3 **隱藏**原來的曲面。

4 使用 **Sweep2** 指令，建立上方的曲面。



選取替代曲面上方邊緣及其對面較長的曲線為雙軌掃掠路徑。

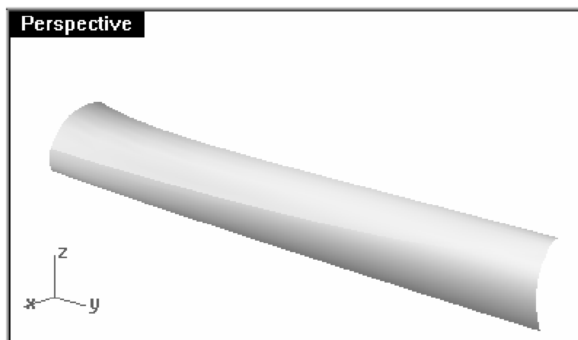
選取路徑兩端的曲線為斷面曲線。

5 在**雙軌掃掠選項**對話框中，在路徑 **A** 的**連續性**選取**正切**。

6 **隱藏**或**刪除**替代曲面。

7 使用**顯示**或**顯示選取物件**（編輯功能表 > 可見性 > 顯示選取物件）顯示原來下方的曲面。

8 **組合**上方和下方的兩個曲面。



附註：

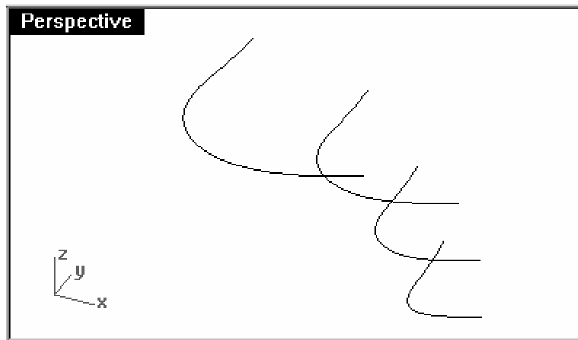
整平曲線控制曲面形狀

整平是簡化曲線、改善曲率線圖，並儘量維持曲線原來的形狀的一種技巧。整平曲線的技巧在處理由實際模型量測而來的數位資料、曲面交線、抽離的結構線或從兩個視圖建立的曲線時非常重要。

一般來講，單一跨距的曲線有最好的整平度。單一跨距曲線指的是一條控制點數比階數大一的曲線，例如：有四個控制點的三階曲線、有六個控制點的五階曲線或有八個控制點的七階曲線。

以整平過的曲線建立曲面：

1 開啓模型檔案 **Fair Curves.3dm**。



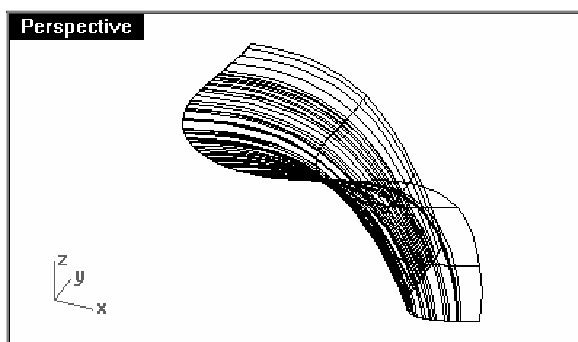
2 選取全部的曲線，執行 **Loft** 指令 (曲面功能表：放樣) 建立曲面。



放樣

附註：

建立的曲面非常複雜，曲面上有太多的結構線，這是因爲這些曲線的節點結構有非常大的不同。



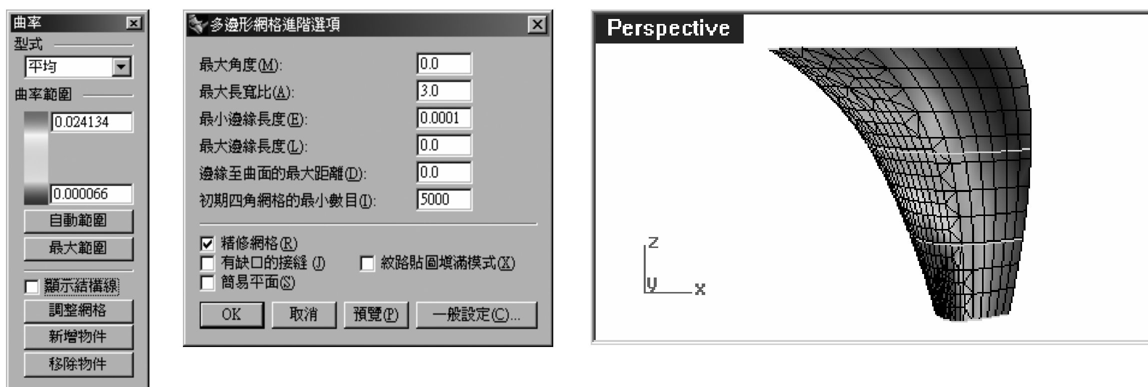
3 選取放樣曲面，執行 **CurvatureAnalysis** 指令 (分析功能表 > 曲面 > 曲率分析)。

這個指令會使用與 Zebra 指令同樣的分析網格，在曲面上顯示所謂的“假色”。

在**曲率**對話框中設定的曲率範圍會以漸層顏色對應到曲面上，讓您可以分析曲面上率曲不良或平面的區域。

從型式下拉選單中選擇**平均**，這個型式在找出曲率不連續的時候非常有用 — 例如平面或是下陷區域。

選擇**自動範圍**，並調整分析網格的**初期四角網格的最小數目**爲 5000 以上，以確保對應到曲面上的顏色有良好的漸層變化。



注意曲面上如有不規則的條狀區域或混亂的漸層色塊時代表曲面的曲率變化不穩定。

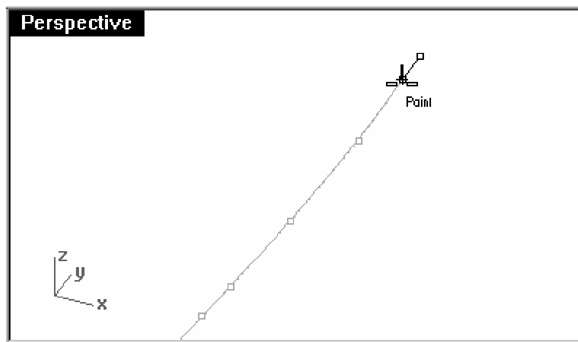
附註：

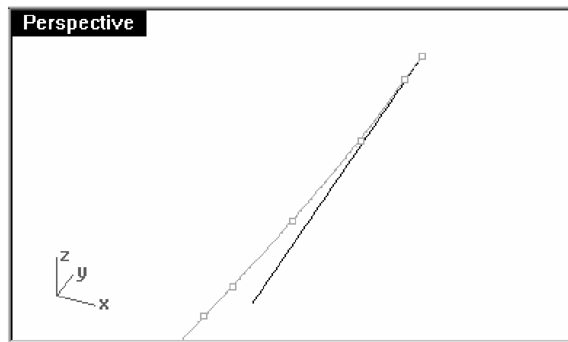
4 **復原**放樣曲面。

5 切換到 **Tangency Direction** 圖層，並開啓原來曲線的控制點。

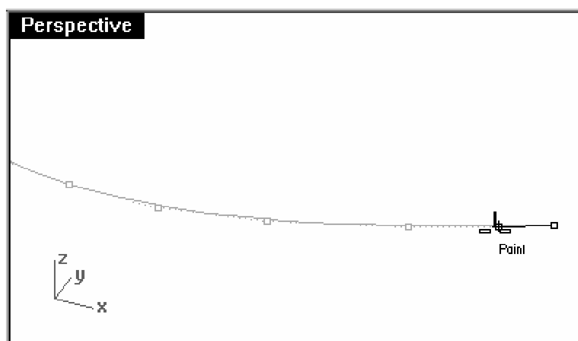
6 爲了保持原來的曲線在端點的切線方向，請先以曲線端點及第二個控制點畫出一條適當長度的直線。

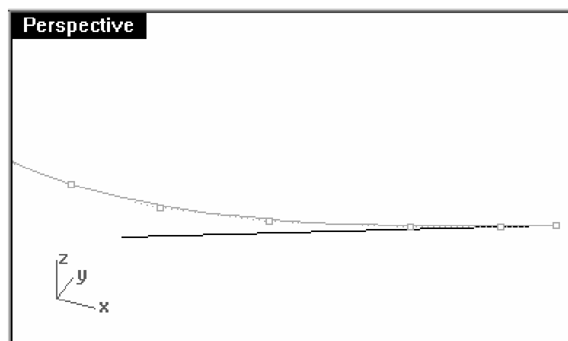
使用 **Tab 鍵限制**和鎖點於第二個控制點延伸出一條直線。





您也可以使用 **Line** 指令的**正切**選項來畫出這條曲線。在以端點鎖點指定直線起點於曲線端點後，按 **F**，再按 **Enter**，使用**從第一點**選項，從曲線端點畫出一條切線。





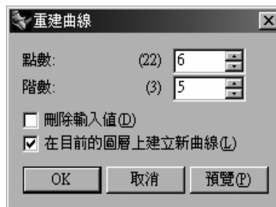
畫出的切線長度並不重要，只要有足夠的長度即可。

7 切換到 **Rebuilt Curves** 圖層，並鎖定 **Tangency Direction** 圖層。

8 使用 **Rebuild** 指令 (編輯功能表：重建) 重建曲線。

附註： 雖然 **Loft** 指令也有**重建**選項，但在建立放樣曲面前重建曲線讓您可以控制曲線階數和控制點數。

9 在**重建曲線**對話框中，設定**階數**為 **5**、**控制點數**為 **6**。取消**刪除輸入值**，並勾選**在目前的圖層上建立新曲線**。



按**預覽**，注意重建的曲線和原來的曲線之間的偏差距離。

附註： 曲線在重建後會變成單一跨距(One Span)曲線，單一跨距曲線是貝茲曲線。一條控制點數為階數+1 的曲線稱為單一跨距曲線。雖然高品質的曲面不一定要使用單一跨距曲線來建立，但以單一跨距曲線建立的曲面形狀會比較容易控制。

10 鎖定 **Original Curves** 圖層。

11 選取一條曲線，打開控制點和曲率線圖。

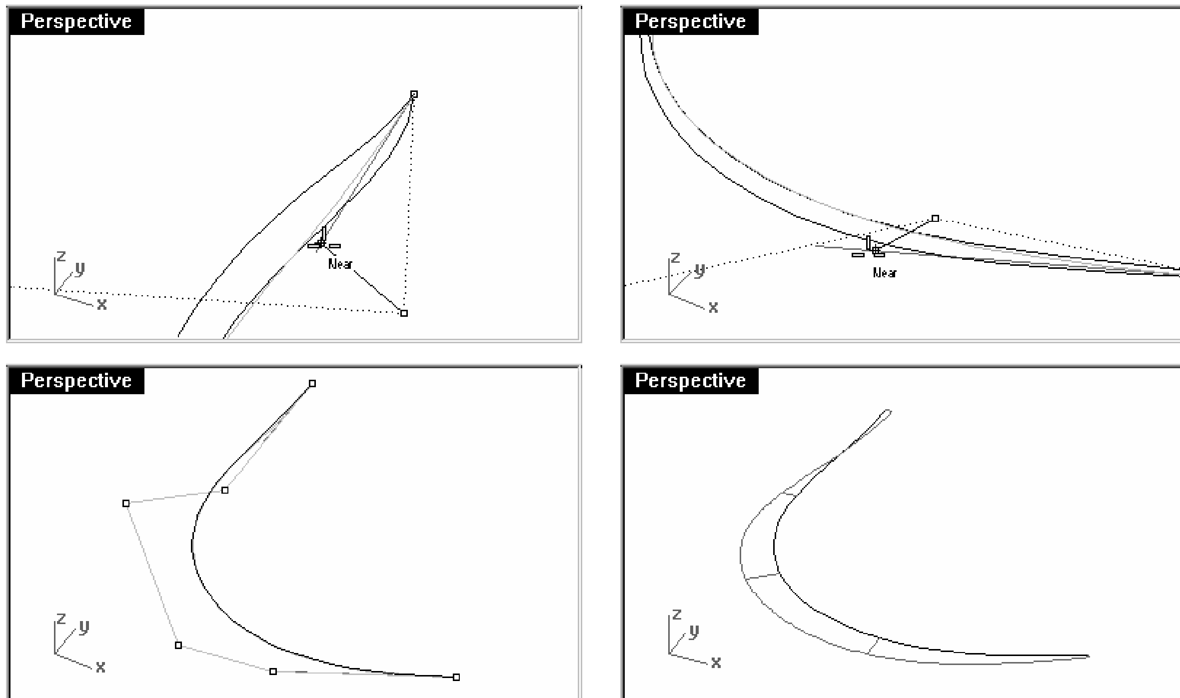
附註：


重建

附註：

12 以調整控制點的方式整平這條曲線，直到這條曲線的形狀與原來的曲線儘可能的吻合。

移動重建曲線端點處的第二個控制點到先前畫出的切線上，使用**最近點**鎖點沿著切線拖曳控制點。



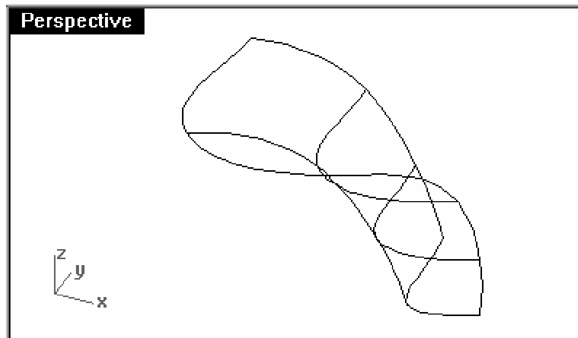
13 檢查曲率線圖，以確定曲線曲率變化的平順度。

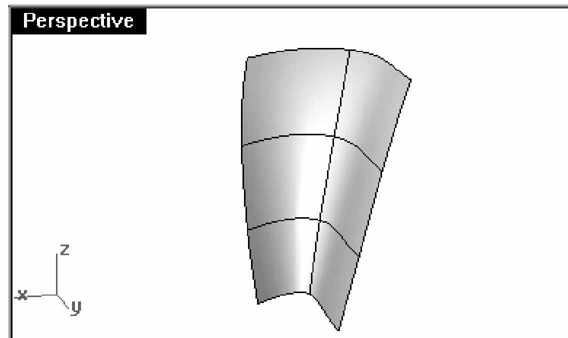
調整重建曲線的控制點使其形狀與原來被鎖定的曲線吻合而且有平順的曲率線圖時，整平曲線的目的就達到了。

14 以同樣的方法整平其它曲線。

附註：

15 以所有整平後的曲線建立放樣曲面。





建立的曲面結構線非常簡潔，品質很好，形狀也和原來的曲面非常接近。

16 使用 **CurvatureAnalysis** 指令分析這個曲面。

注意曲面上變化平順的假色漸層，代表這個曲面有很好的曲率平順度。

附註：

7 使用背景圖

這個範例會教您以點陣圖爲底圖一步一步建立一個聽筒外殼。在這個範例中，我會著重於如何參考背景圖建立曲線和在建立曲面前整平參考曲線的技巧。

我們會從放置掃描而來的草圖於三個不同的作業視窗中開始。將三張手繪草圖會分別被放置於不同的作業視窗，並適度縮放，使三張草圖的大小相互配合。

如果這些草圖事先被對齊、裁剪成同樣的像素長度，在對齊各個作業視窗底圖時會比較容易。當點陣圖比較偏亮時，您可以稍微降低圖片的對比度，以讓您在 Rhino 裡描繪底圖時可以有比較多的顏色可以選擇，看清楚您所畫出的曲線。

範例 21 — 聽筒

1 開啓模型檔案 **Handset.3dm**。

2 從工具功能表中，點選**工具列配置**。

3 在**工具列**對話框中，勾選**背景圖**，開啓背景圖工具列，然後關閉對話框。

在這個範例稍後的步驟中使用這個工具列上的按鈕。

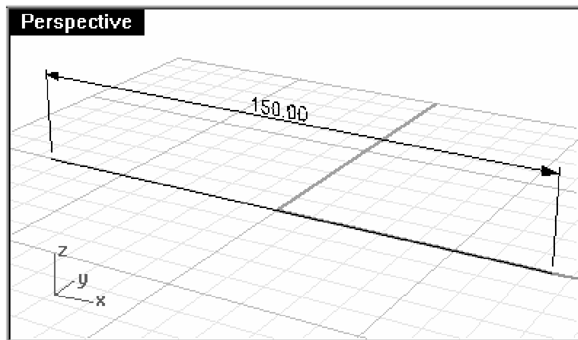
您也可以從作業視窗上方的**標準工具列**中的**作業視窗配置**延伸工具列中找到**背景圖**工具列。

附註：

放置背景圖：

我們會先畫出一條直線做爲放置背景圖的參考。

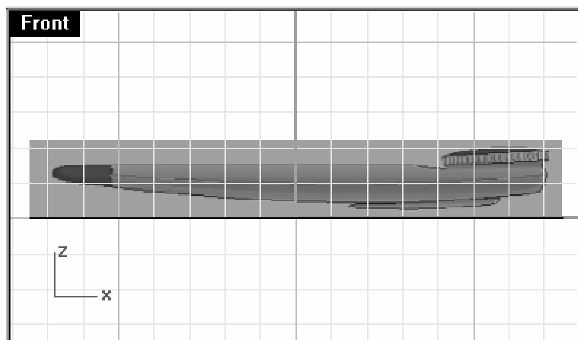
1 在 **Top** 作業視窗中，從工作平面原點往兩側畫出一條長度爲 150 mm 的水平線。



2 按 **F7**，關閉您正要放置背景圖的作業視窗的工作平面格線。

關閉工作平面格線可以讓您比較容易看清楚背景圖，在本範例的圖列中顯示格線只是作爲參考之用。

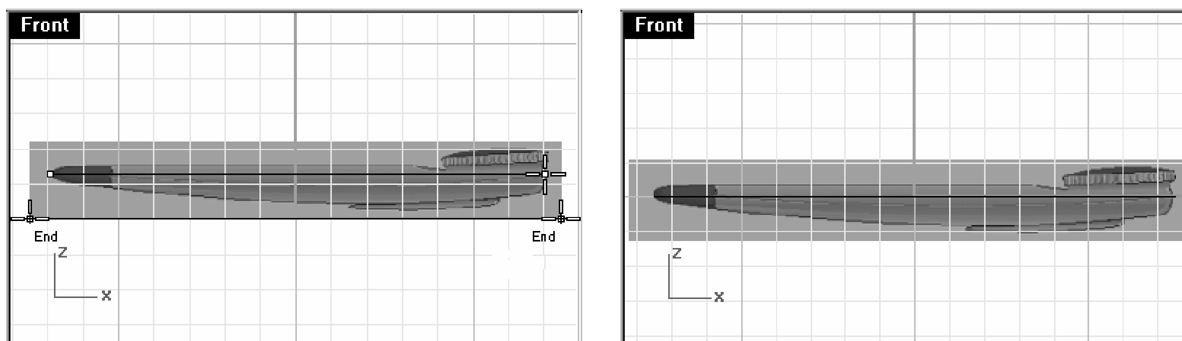
3 在 **Front** 作業視窗中，使用 **BackgroundBitmap** 指令的放置選項 (視圖功能表：背景圖 > 放置) 放置 **HandsetElevation.bmp**。





放置背景圖

4 使用 **BackgroundBitmap** 指令的對齊選項 (視圖功能表：背景圖 > 對齊) 將聽筒兩端與剛才畫出的直線對齊，指令行的提示會告訴您該怎麼做。

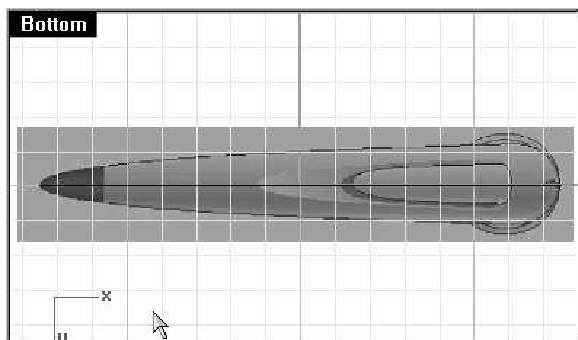


首先，您必需在點陣圖上指定兩個點 — 在這個步驟中，您可以放大視圖精確地在點陣圖上指定點，指定的兩個點是在聽筒頭尾的端點。

接下來，您必需在作業視窗中再指定兩個點，對應剛才在背景圖上指定的兩個點。鎖點於 150 mm 直線的兩側端點指定這兩個對應點。

5 切換到 **Right** 作業視窗爲 **Bottom** 視圖。

6 使用之前的步驟在 Bottom 作業視窗中放置並對齊 **HandsetBottom.bmp**。



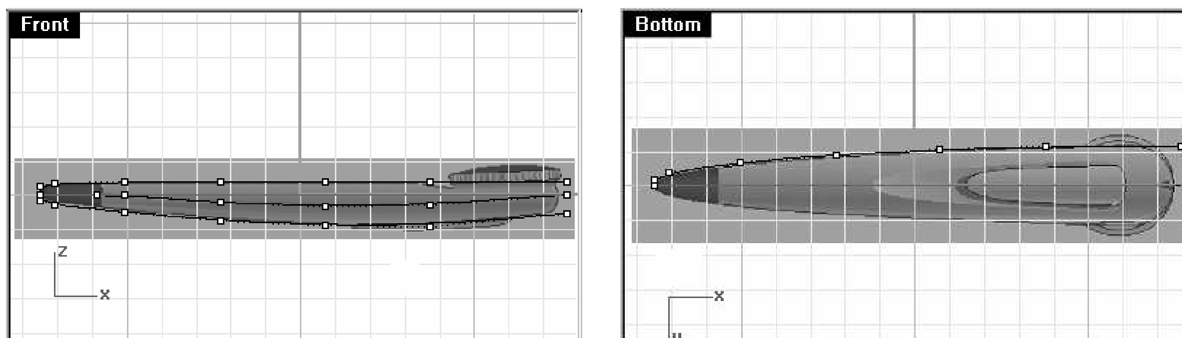
附註：



對齊背景圖

建立外殼：

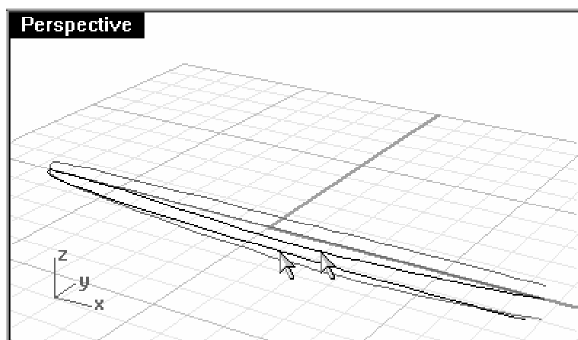
1 在 **Front** 和 **Bottom** 作業視窗中，描繪聽筒外殼的輪廓線。因爲 Bottom 視圖中的聽筒是兩側對稱的，所以您只需要畫出一側的曲線即可。



在 Front 視圖中聽筒外殼上、下輪廓線必需向右延伸超過草圖最右側，延伸長度大約和 Bottom 視圖中的曲線一致。您可以在 Bottom 和 Front 視圖中畫出超過所需長度的曲線，再用一個**切割用平面**修剪所有的曲線。

您現在可以在 Front 視圖中畫出聽筒外殼分割上、下兩半部的分模線，這條曲線是 Bottom 視圖中上、下輪廓在前視圖中的樣子，且這條曲線的延伸距離必需和其它曲線一致。

2 在 **Bottom** 視圖中，選取分模線和輪廓曲線。



附註：

以自由造型曲線描繪背景圖時最好用的工具是控制點曲線。

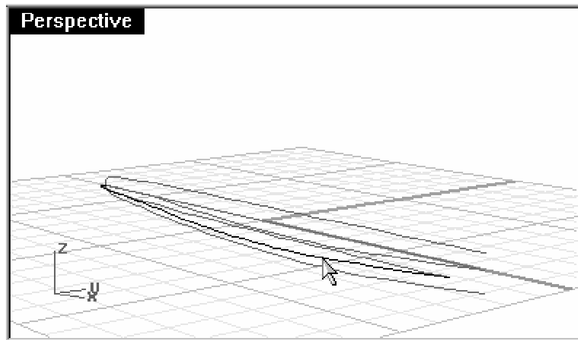
使用控制點曲線描繪可以讓您以最少的控制點數畫出所需造型的曲線，千萬不可陷入想要出百分之百精準地放置控制點的陷阱。在經過一些練習後，您可以使用正確的控制點數與放置控制點於大約正確的位置上畫出曲線，曲線畫出後再以編輯控制點的方式調整曲線到您最終想要的形狀。

在這個範例裡，以五個或最多六個控制點的三階曲線就可以精確地畫出第二條曲線的形狀。

注意第二個控制點放置的位置，使兩條曲線在起點處形成正切連續。

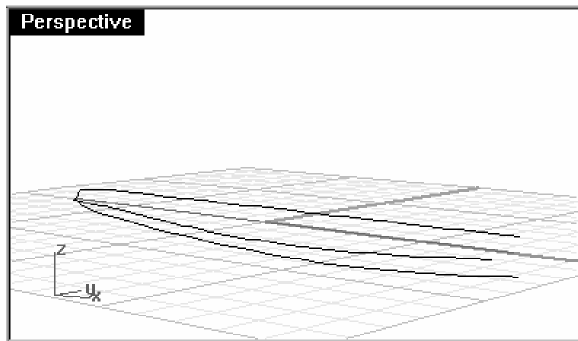
附註：

3 使用 **Crv2View** 指令 (曲線功能表：從兩個視圖) 從選取的兩條曲線建立另外一條曲線。



即可建立一條 3D 曲線。

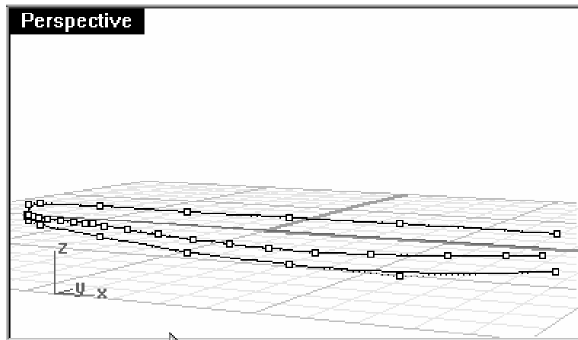
4 **隱藏**或**鎖定**原來的兩條曲線。



現在畫面中有三條曲線。

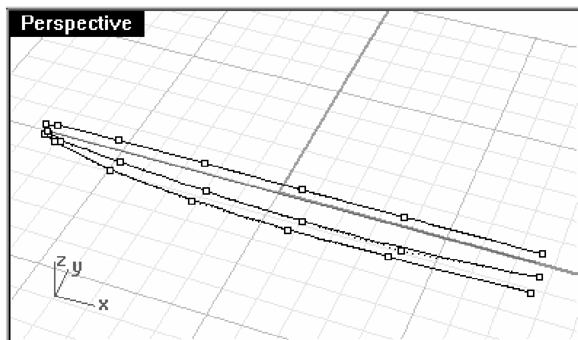
附註：

5 開啓這些曲線的控制點。



注意這些曲線的控制點數和間距，這是一個需要在建立曲面前對曲線做整平的例子，經過整平的曲線可以建立品質較好的曲面。

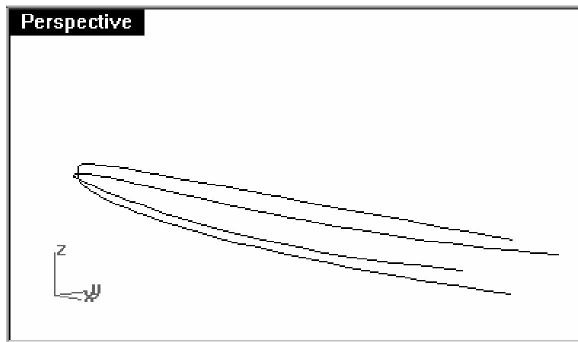
6 使用與之前的範例同樣的技巧整平這些曲線。



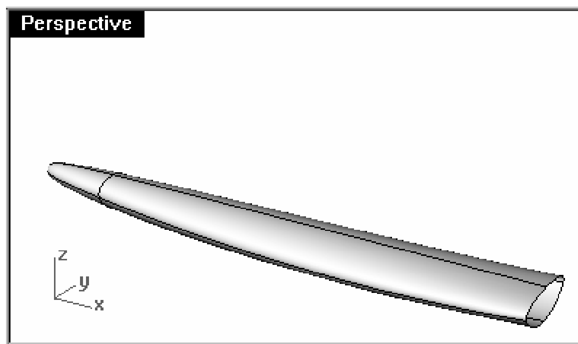
附註：

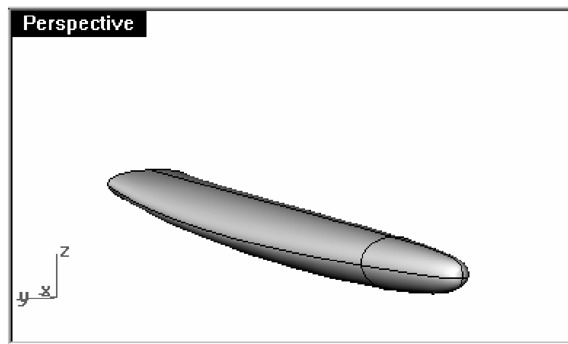
7 **鏡射** 3D 曲線到另一側。

如果在指令別名中事先設定了**! Mirror 0 1,0,0** 和**! Mirror 0 0,1,0** 兩個巨集，您可以很快地鏡射建立 X 或 Y 軸兩側對稱物件。



8 **放樣**整平過的曲線。





注意這個曲面的品質及曲面上非常簡潔的結構線。

附註：

8 建模的方法

新使用者在學習建模時常常會問到"我要從哪裡開始?"，在這個章節裡我們會討論建模過程中會用到的許多方法。

在開始建模前您必需考慮：反射、流體、空氣動力或編輯控制點在完成的模型上是否重要。如果這些對模型很重要，您可以從三階或五階曲線構成的幾何物件開始建模，如果這些並不重要，您可以結合使用一階、二階、三階或五階曲線。

您可以從一個簡單的造型開始，再逐步加入細節的部分。給模型不同的部分建立專屬的圖層有助於建模時檢視模型的各部分與模型各部分之間的配合。

我們會評估不同的模型，試著判斷這些模型上哪些曲面最爲重要和該用什麼指令來建模。

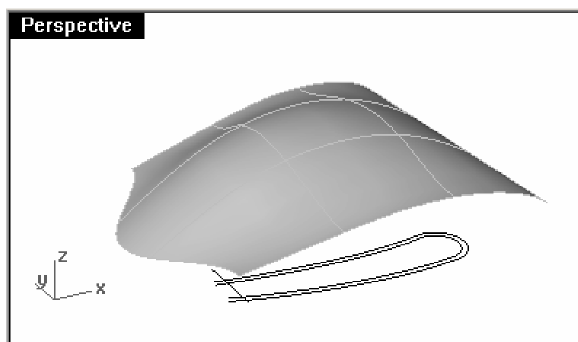
範例 22 — 切割

這個範例會示範如何在現存有弧度的曲面上切出一個可以平滑、無縫混接的曲面的方法。新建立的曲面和現存的曲面並之間並沒有特別的關係，所以這個方法也可以適用在其它個案中。



1 開啓模型檔案 **Scoop.3dm**。

2 切換到 **Cut-out Curves** 圖層，開啓 **Original Surface** 圖層，關閉 **Completed Scoop** 圖層。



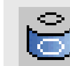
3 在 **Top** 作業視窗中，選取曲線。

4 執行 **Project** 指令 (曲線功能表：從物件建立的曲線 > 投影)。

附註：

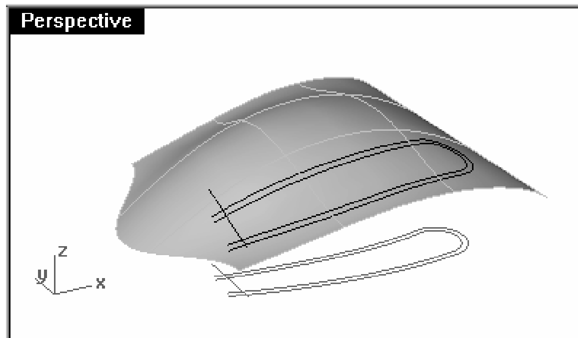
在本範例中，我們提供您每一個步驟所完成的模型檔案。這些模型檔案裡也有各階段操作步驟的說明。

本範例在每個階段都會註明與其相對應的模型檔案，有需要時您可以開啓這些檔案來練習。



投影至曲面

5 在**選取要投影在其上的曲面或多重曲面**提示下，選取曲面。



曲線會被投影到曲面上。

附註：

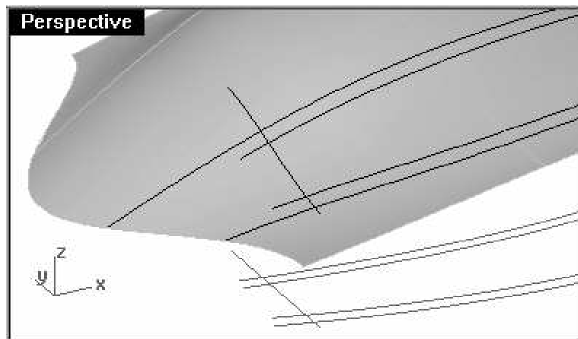


延伸曲面上的曲線

6 執行 **ExtendCrvOnSrf** 指令 (曲線功能表：延伸 > 曲面上的曲線)。

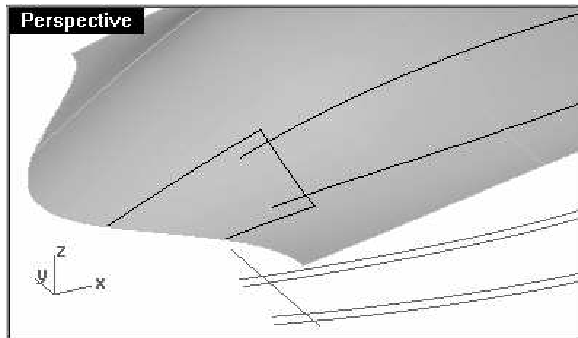
7 在**選取要延伸的曲線**提示下，選取曲面上外側的曲線。

8 在**選取曲線所在的曲面**提示下，選取曲面。



曲線的端點會被延伸到曲面邊緣。

9 使用 **Trim** 指令 (編輯功能表：修剪) 將曲線相互修剪。

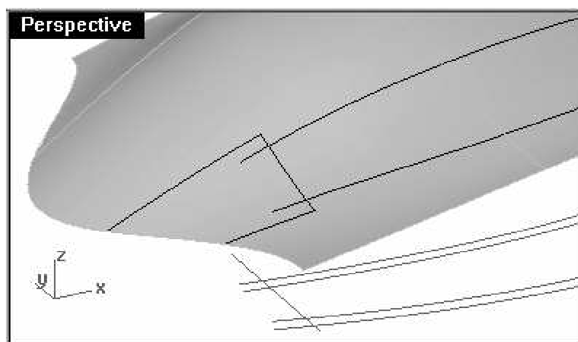


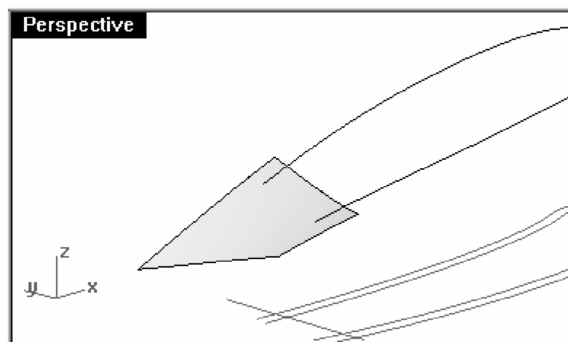
10 **組合**三條較短的曲線為一條多重曲線。

11 **原地複製**曲面，並將複製的曲面隱藏。

12 **修剪**在組合後的多重曲線外側的曲面。

只留下一小塊梯形的曲面。這個曲面是一個替代曲面，給其它曲面銜接之用，銜接完成後即可刪除。

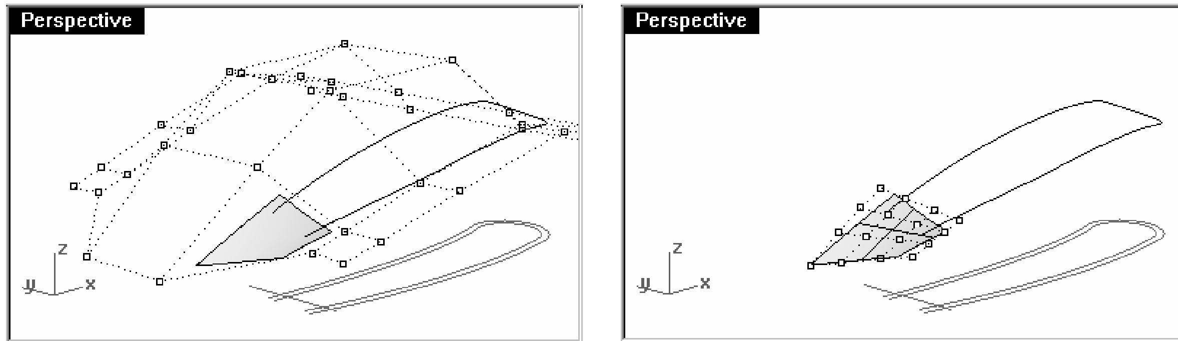




附註：

有必要時您可以開啓範例檔案 **Scoop 001.3dm**。

13 使用 **ShrinkTrimmedSrf** 指令 (曲面功能表：編輯工具 > 縮回已修剪曲面) 以目前的曲面大小重設結構線，使曲面形狀較容易觀察。



畫出用來建立進氣口底部曲面的曲線：

在下一步驟中，我們將會建立曲面被切割形成的缺口下方的曲面。曲面上的缺口有一端是圓弧狀的，我們會先建立一個四個邊的曲面，再將這個曲面的一端修剪成圓弧狀邊緣。以這個方法建立的曲面會比直接建立一個有圓弧邊緣的曲面要簡潔且容易控制。

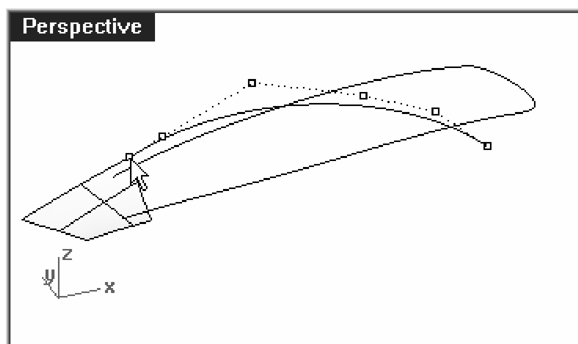
在這個部分，我們將會畫出一條有最少控制點數的曲線，這條曲線會成爲進氣口底部曲面邊緣。在建立這條曲線時，請從不同的作業視窗觀察這條曲線的形狀。使用六個控制點的五階曲線建立一條非常平滑的曲線，並使用曲率線圖檢查這條曲線，確保這條曲線有很好的整平度。

附註：

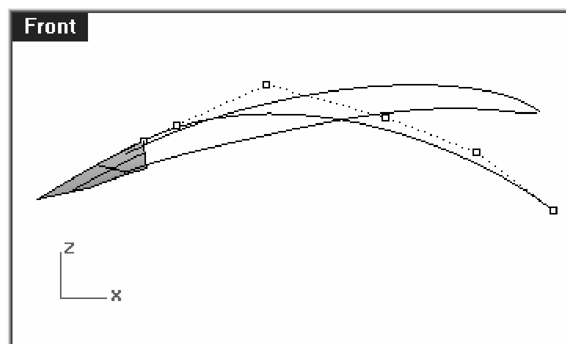
有必要時您可以開啓範例檔案 **Scoop 002.3dm**。

附註：

1 使用 **Curve** 指令在 **Front** 作業視窗中畫出曲線的第一個控制點。開啓**狀態列**上的**平面模式**，使畫出的曲線位於同一平面上。

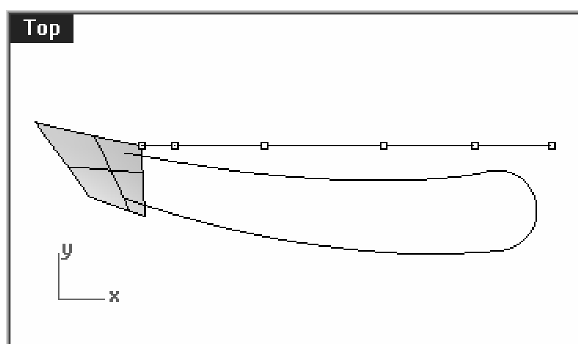


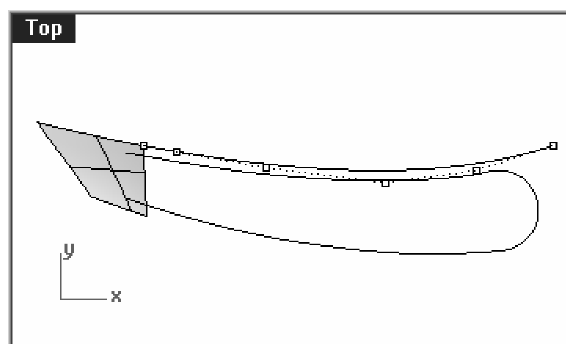
在任何作業視窗中，使用**端點**鎖點指定曲線的第一個控制點於梯形替代曲面的角上。



切換到 Front 作業視窗中繼續畫出這條曲線。畫出的曲線起點大約與替代曲面正切，曲線的終點必需位於較低的位置，這條曲線會被用來定義進氣口底部曲面的輪廓。

2 在 **Top** 作業視窗中，編輯控制點調整曲線到正確的形狀。



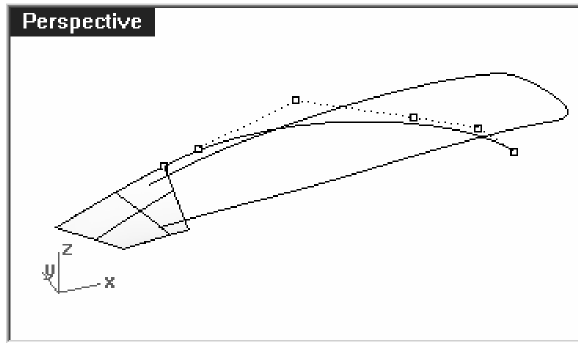


在 **Top** 作業視窗中，您只能將控制點往 Y 軸的方向移動（可使用**正交輔助**），這樣做的目的是爲了讓曲線在正視圖中的形狀不被改變。

調整這條曲線使其與原來外側的曲線形狀相符，並往右延伸超過原來曲線右側的圓弧。

附註：

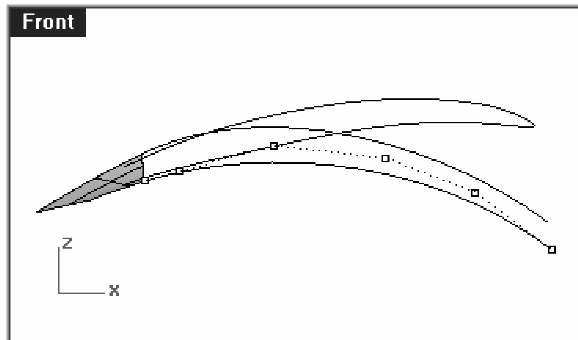
3 使用 **Match** 指令 (曲線功能表：曲線編輯工具 > 銜接) 將這條曲線與替代曲面的邊緣以曲率連續銜接。



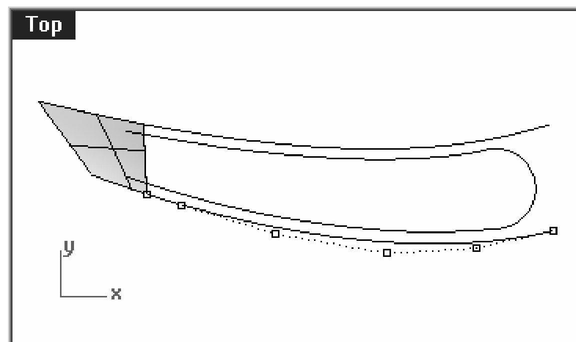
有需要的話，您可以再對曲線做調整， 在調整曲線時如有移動曲線起點處的三個控制點，在曲線調整後必需再做一次**銜接** 。

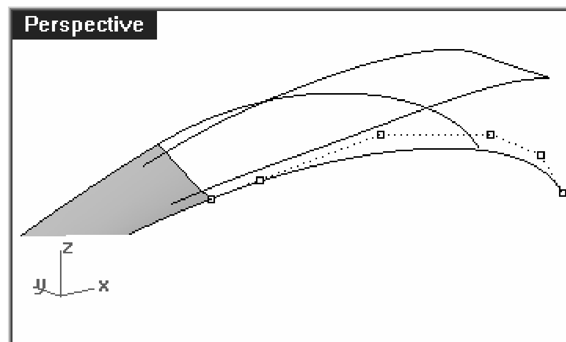
附註：

4 複製這條曲線到進氣口的另一側。



5 調整複製曲線的控制點直到您想要的曲線形狀，再將曲線與替代曲面邊緣銜接。



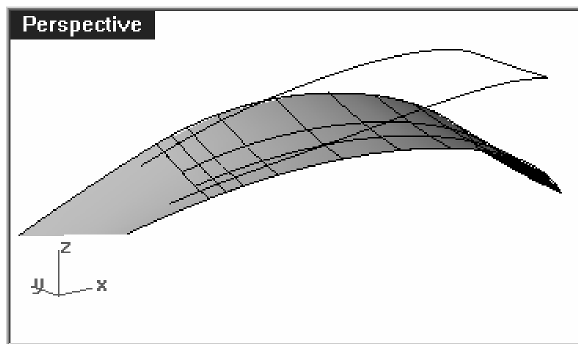


如果銜接造成曲線形狀變化太大，您可以在曲線上加入一個控制點後再做銜接。您也可能需要使用 **EndBulge** 指令或更進一步地調整控制點。

附註：

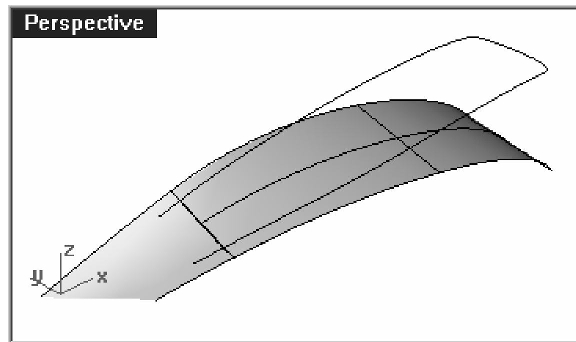
建立進氣口底部的曲面：

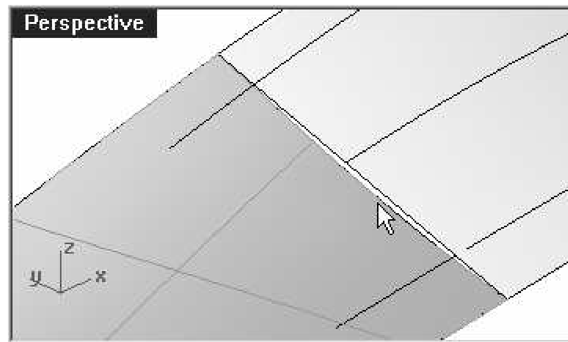
您可以使用不同的曲面建立技巧來建立這個曲面，但雙軌掃掠會是最直接的選擇，以新建立的兩條曲線爲路徑，替代曲面的邊緣爲斷面建立雙軌掃掠曲面。雙軌掃掠的優點是，如果進氣口底部曲面形狀有需要做變化時，您可以加入其它的斷面曲線達到目的。因爲雙軌掃掠的兩條路徑與替代曲面是以 G2 連接(在之前的步驟以銜接形成)，所以建立的雙軌掃掠曲面會以接近 G2 的連續性與替代曲面連接。需要的話，您可以使用 **MatchSrf** 指令修正任何不連續的情形。這是一個非常好的方法，您可以現在就試著做做看。



另一個方法是使用最後建立的兩條曲線做**放樣**，建立的曲面需要再與替代曲面做銜接，我們正好可以藉這個機會來看看 **MatchSrf** 指令的一些選項設定。

1 使用 **Loft** 指令 (曲面功能表：放樣) 在兩條曲線之間建立曲面。



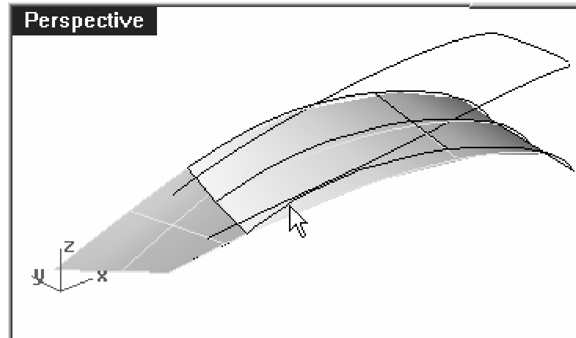


因爲建立的放樣曲面的斷面是直線，所以在放樣曲面和替代曲面的連接邊緣會有小縫隙。

附註：

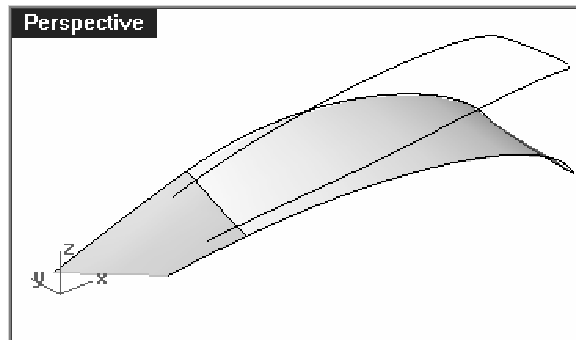
2 使用 **MatchSrf** 指令（曲面功能表：曲面編輯工具 > 銜接）將放樣曲面與替代曲面以曲率連續銜接。

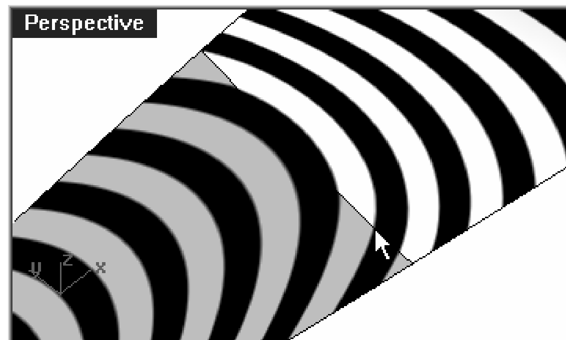
使用**預覽**按鈕看看曲面銜接後的情形。



您可能會發現，銜接後曲面結構線與替代曲面邊緣垂直，造成曲面形狀有過大的變化

發生這種情形時，按下**選項**，並設定**結構線方向調整**爲**維持結構線方向**。跳出選項對話框，再按**預覽**看看結果有什麼不同。





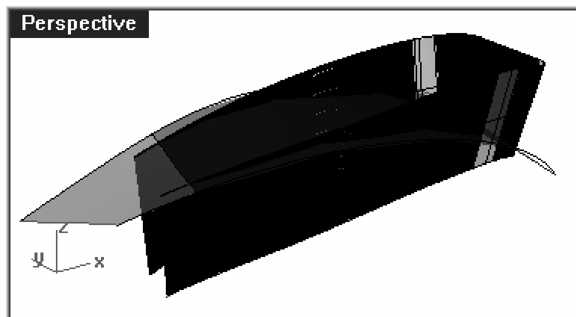
再次銜接後的曲面變形程度會比較小。

建立進氣口兩側的曲面：

我們會以投影曲線伸出，並設定 10 度的拔模角度，做爲進氣口兩側的曲面，並將放樣曲面和伸出曲面相互修剪。

1. 選取投影曲線。
2. 使用 **ExtrudeCrv** 指令 (曲面功能表：伸出曲線 > 成錐形) 伸出投影曲線。
3. 在**伸出距離** (方向 拔模角度=5 上蓋=否 角=尖銳 模式=成錐形 刪除輸入值=否) 提示下，點選拔模角度。
4. 在**拔模角度 < 5 >** 提示下，鍵入**–10**，按 **Enter**。
5. 在**伸出距離** (方向 拔模角度=5 上蓋=否 角=尖銳 模式=成錐形 刪除輸入值=否) 提示下，拉出曲面直到與進氣口底部曲面相交 (不可超過太多) 時按鍵鼠左鍵。

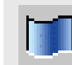
伸出距離過遠時，伸出的曲面會變成多重曲面而不是單一曲面。伸出後的曲面爲多重曲面時，請再試一次並縮短伸出距離。如果伸出的曲面超過進氣口底部曲面一定會變成多重曲面，您可以試著伸出較短的距離，再以 ExtendSrf 指令將伸出的曲面延伸超過進氣口底部曲面。



伸出曲面的結構線會非常複雜。

附註：

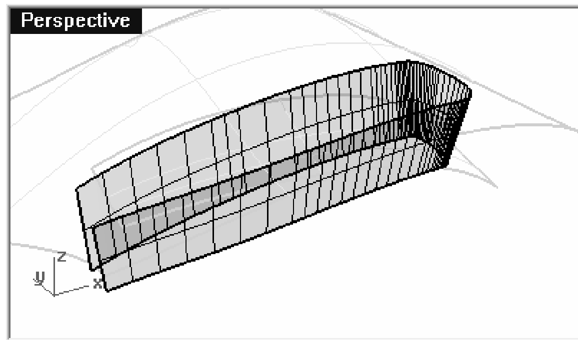
有必要時您可以開啓範例檔案 **Scoop 003.3dm**。



直線伸出

6 使用 **FitSrf** 指令簡化曲面。

0.001 的重新配合公差及**刪除輸入值=是　重新修剪=是　U** 方向階數=**3　V** 方向階數=**3** 應該可以有不錯的效果。



附註：

建立圓角曲面：

現在您可以在曲面之間建立圓角曲面。

有必要時您可以開啓範例檔案 **Scoop 004.3dm**。

1 **顯示**原來的主要曲面。

2 使用 **FilletSrf** 指令 (曲面功能表：建立圓角曲面) 在進氣口底部和兩側曲面之間建立圓角曲面。



建立圓角曲面

3 在**選取要建立圓角的第一個曲面** (半徑=1　延伸=是　修剪=是) 提示下，鍵入 **5**，按 **Enter**。

4 在**選取要建立圓角的第一個曲面** (半徑=5　延伸=是　修剪=是) 提示下，點選**延伸**將其設定爲否。

5 在**選取要建立圓角的第一個曲面** (半徑=5　延伸=否　修剪=是) 提示下，點選**修剪**。

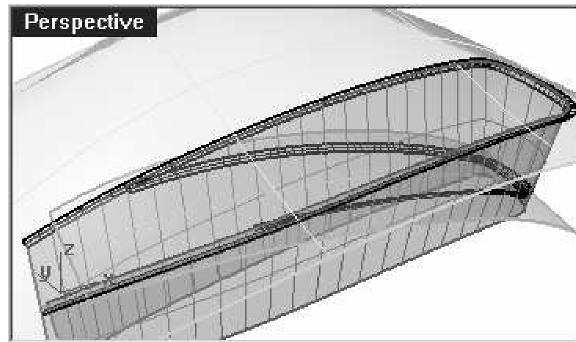
6 在**修剪 <是>** (是　否　分割) 提示下，點選**否**。

7 在**選取要建立圓角的第一個曲面** (半徑=5　延伸=否　修剪=是) 提示下，點選進氣口底部曲面。

附註：

8 在**選取要建立圓角的第二個曲面 (** 半徑=5 延伸=否 修剪=是 **)** 提示下，點選進氣口壁曲面。

9 以同樣的方法在原來的曲面和進氣口壁曲面間建立圓角曲面。



兩個圓角曲面之間會產生交點，我們將會在交點處修剪兩個圓角曲面。

修剪兩個圓角曲面：

兩個圓角曲面都與進氣口壁曲面呈正切連續，所以兩個圓角曲面的交點處也是正切連續。

如果我們以一個平面去修剪兩個圓角曲面，兩個圓角曲面的修剪邊緣也會是正切連續。修剪這兩個圓角曲面有助於主要曲面和進氣口曲面之間的混接。

建立修剪平面 — 首先，您需要建立一個環繞曲線的圓，再用這個圓建立一個平面。您可以將圓角曲面以外的所有物件隱藏起來以方便作業。

1 選取兩個圓角曲面，按下可見性工具列上的**反選隱藏**按鈕，隱藏圓角曲面以外的物件。

附註：

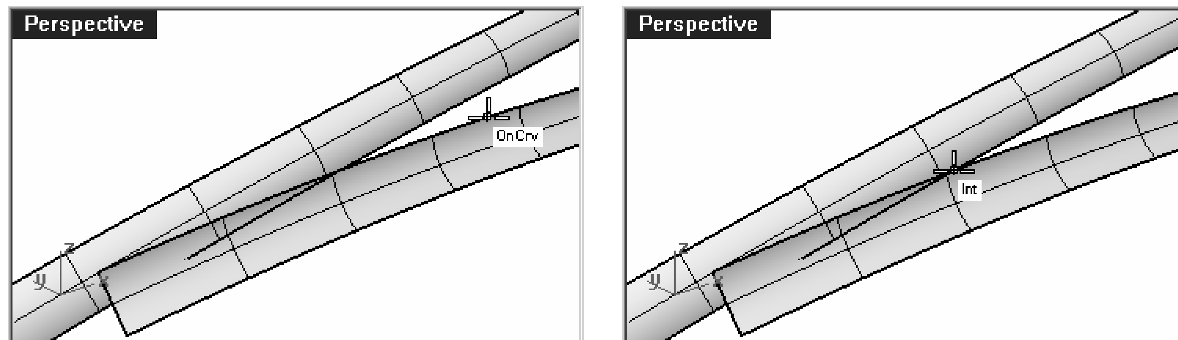
2 執行 **Circle** 指令，並使用**環繞曲線**選項，勾選**交點**物件鎖點。

環繞曲線選項會自動暫時啓用**最近點**物件鎖點，您必需將圓心放置於曲線或曲面邊緣曲線上畫出一個圓。

請注意：當您移動游標接進圓角曲面邊緣時標記會鎖定到曲面邊緣上，提示您可將圓心指定於此位置上。在兩條曲線的交點處，會很難判斷圓心會被放置在哪一條曲線上，因爲交點處同時有兩條曲線通過。遇到這種情形時，您可以使用**曲線上**物件鎖點，強迫鎖點於某一條曲線上建立環繞該曲線的圓。

3 使用**曲線上**物件鎖點 (工具功能表：物件鎖點 > 曲線上)。

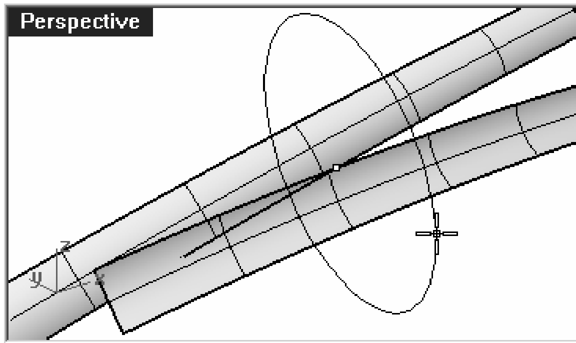
4 在**選取曲線**提示下，點選下方圓角曲面的上方邊緣。



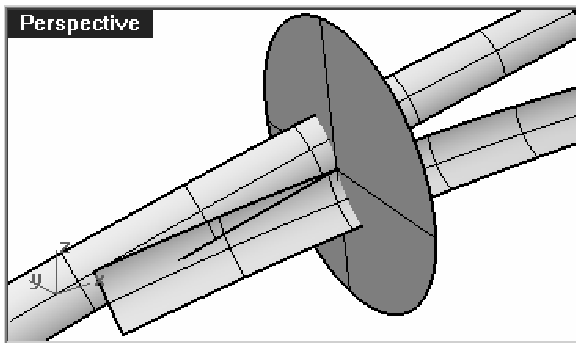
當您以**交點**物件鎖點鎖點到兩個圓角曲面邊緣的交點時，您可以很明確地知道畫出的圓是環繞在哪一條曲線。

5 畫出一個超過兩個圓角曲面的圓。

附註：

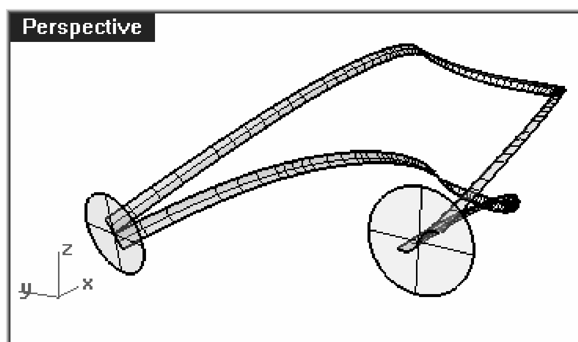


6 使用 **PlanarSrf** 指令 (曲面功能表：平面曲線) 在兩個圓角曲面邊緣交點處建立一個圓形的平面。



7 在另一側的圓角曲面邊緣交點上以同樣的方法建立一個圓形平面。

8 以這兩個平面**修剪**圓角曲面。



附註：



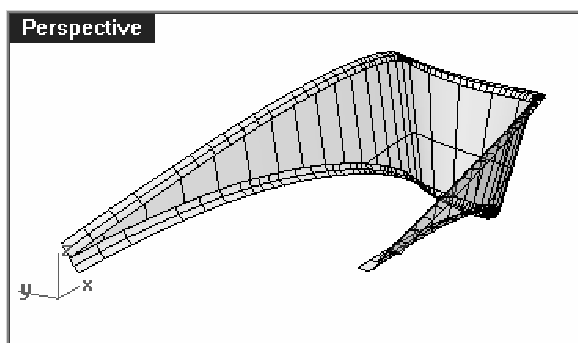
圓：環繞曲線

修剪進氣口壁曲面：

您可以使用兩個修剪過的圓角曲面修剪進氣口壁曲面。

1 使用**顯示選取物件**顯示進氣口壁曲面。

2 使用兩個圓角曲面修剪進氣口壁曲面(如下圖)。



通常使用曲線修剪曲面會比使用曲面修剪曲面來得快，尤其是修剪曲面與被修剪曲面正切的情形下，就如同本範例中的兩個正切的圓角曲面一樣。

如果使用圓角曲面修剪進氣口壁曲面時作業失敗，您可以複製兩個圓角曲面與進氣口壁曲面接觸的邊緣曲線做爲修剪曲線。

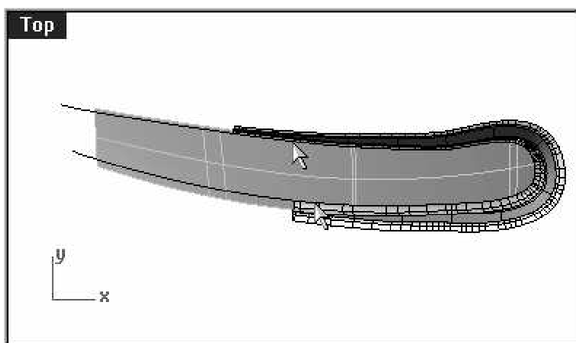
附註：

有必要時您可以開啓範例檔案 **Scoop 005.3dm**。

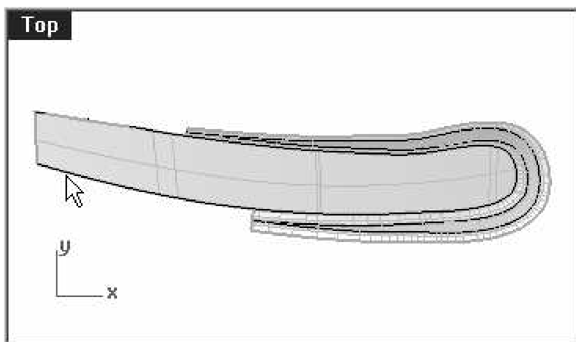
修剪主要曲面和進氣口底部曲面：

下一步要做的是延伸圓角曲面的邊緣以修剪主要曲面和進氣口底部曲面。下方圓角曲面的內側邊緣和上方圓角曲面的外側邊緣需要延伸超過進氣口底部曲面前方的邊緣，延伸後的曲線會被分別投影到兩個曲面上做爲修剪之用。

1 在 **Top** 視圖中，執行 **Extend** 指令，並使用**類型=平滑的**選項，延伸下方圓角曲面的內側邊緣兩端超過進氣口底部曲面的前方邊緣。

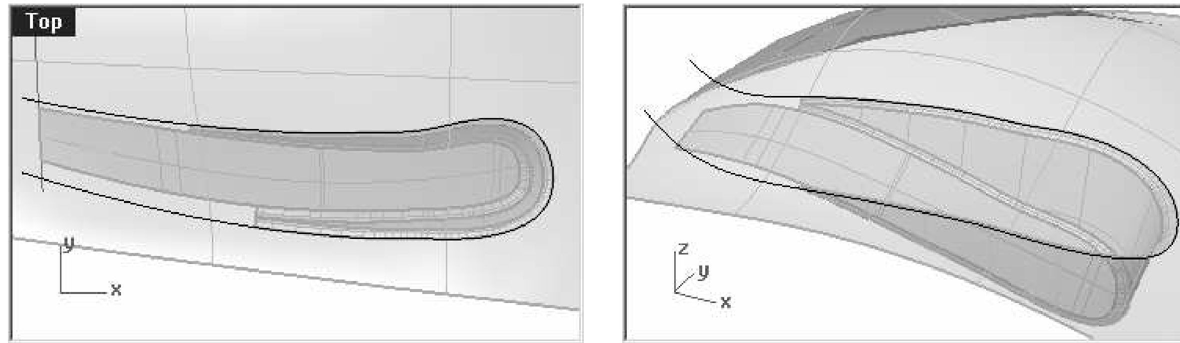


2 使用延伸後的曲線在 **Top** 視圖中**修剪**進氣口底部曲面在延伸曲線外側的部分。



附註：

3 再次使用 **Extend** 指令，延伸上方圓角曲面的外側邊緣兩端超過進氣口底部曲面的前方邊緣。



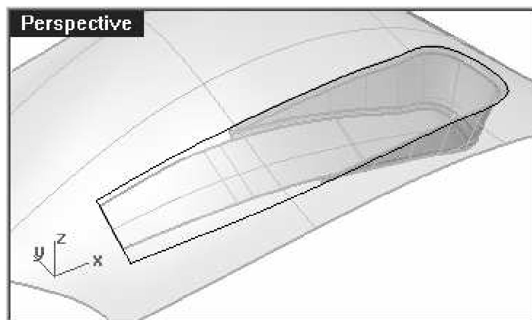
請注意，在 Perspective 作業視窗中延伸後的曲線端點會往上翹。

4 如果主要曲面目前被隱藏，可以使用 **ShowSelected** 指令將其解除隱藏。

5 在 **Top** 視圖中，將延伸曲線投影到主要曲面上。

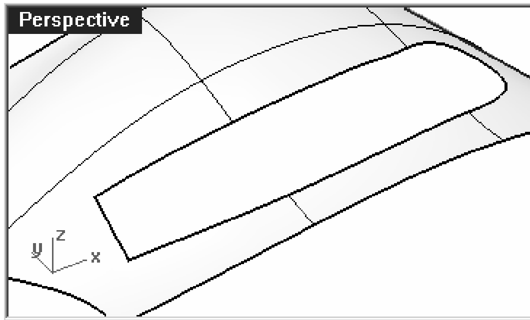
6 使用 **ShowSelected** 指令顯示之前投影到主要曲面上的一小段直線，並將其投影到目前的主要曲面上。

7 以兩條投影曲線相互修剪，建立一條封閉的多重曲線。



附註：

8 使用這條封閉的多重曲線在主要曲面上**修剪**出一個缺口。

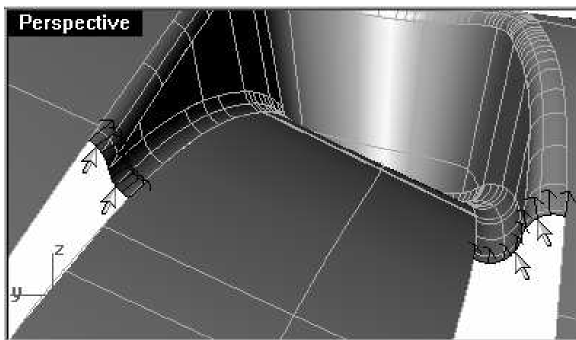


設定建立曲面的參考曲線

現在我們可以開始建立塡補缺口的曲面。您可以看到曲面上有兩個有四個邊緣的缺口，我們可以使用缺口邊緣來建立雙軌掃掠曲面或是以曲線網線建立曲面。因爲這兩個缺口各有一端是由兩個圓角邊緣所組成，我們必需以這兩個圓角邊緣建立曲線做爲建立曲面的參考線。複製兩個缺口的四條圓角邊緣曲線，組合成兩條 S 形的曲線。缺口的另前端是主要曲面的修剪邊緣，我們必需分割這個一整條的邊緣爲三個邊緣，以配合兩個缺口的寬度。

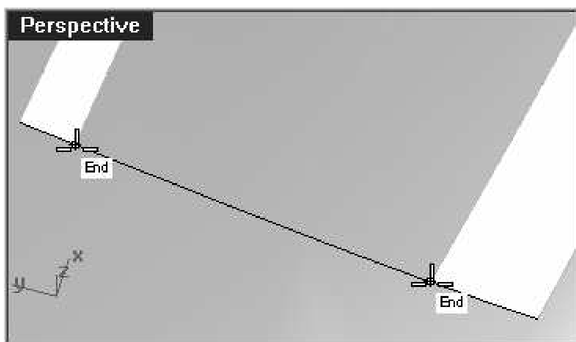
有必要時您可以開啓範例檔案 **Scoop 006.3dm**。

1 使用 **DupEdge** 指令，複製兩個圓角曲面的修剪邊緣曲線。

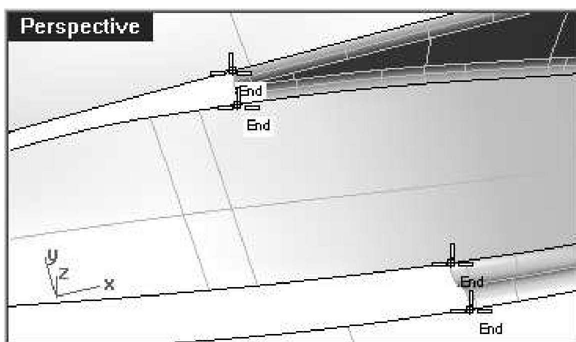


2 **組合**這四條曲線爲兩條多重曲線。

3 使用 **SplitEdge** 指令 (分析功能表：邊緣工具 > 分割邊緣) 配合端點物件鎖點，鎖點到進氣口底部曲面前方邊緣端點，分割主要曲面缺口前方的邊緣。



4 使用 **SplitEdge** 指令鎖點到圓角曲面邊緣端點分割缺口兩側邊緣。



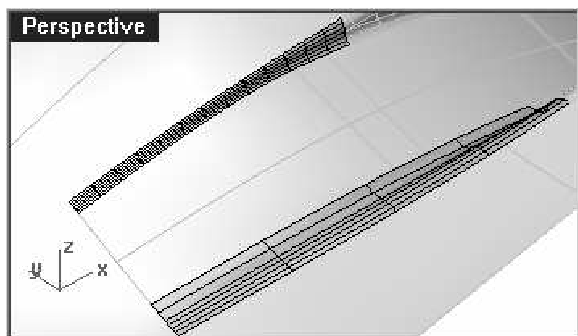
這樣做會讓 NetworkSrf 更快地分析如何建立曲面。

附註：



分割邊緣

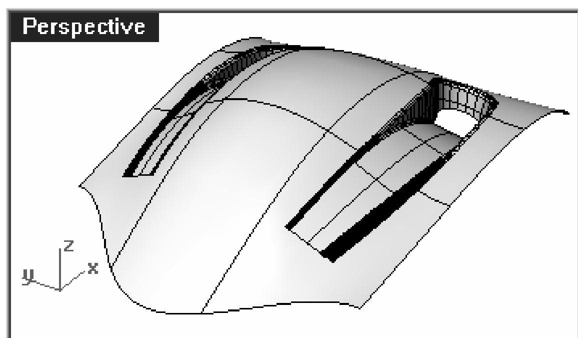
5 執行 **Sweep2** 指令，並使用**路徑連續性=正切**或 **NetworkSrf** 指令建立最後兩個曲面。

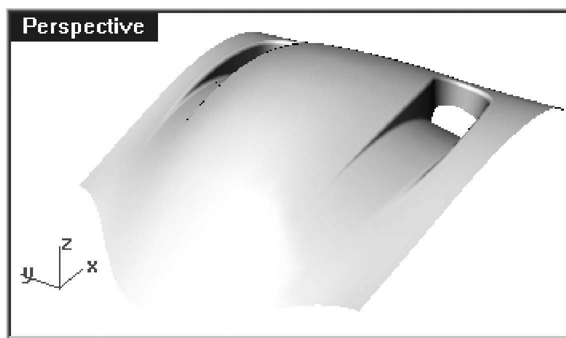


建立的曲面一端是您之前複製圓角曲面修剪邊緣的 S 型曲線，而另一端是從缺口前端邊緣分割而來的一小段邊緣。

6 **組合**所有的曲面，並在進氣口後端切出一個洞。

7 **鏡射**和**修剪**另一側的進氣口。





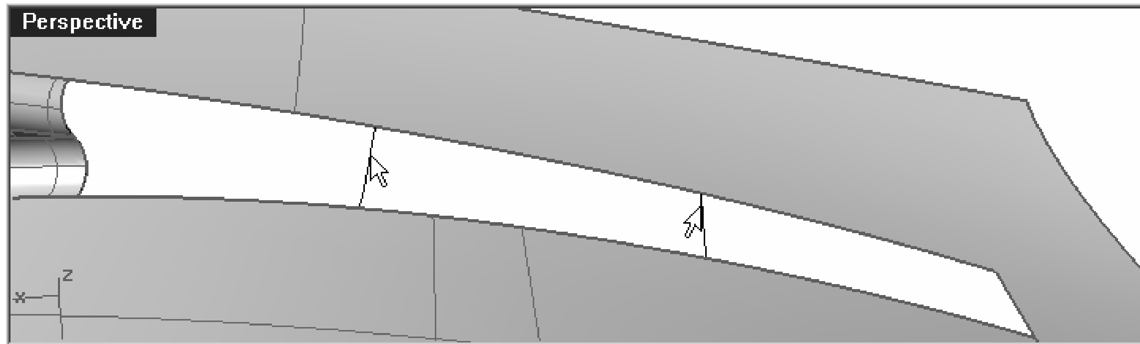
附註：

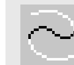
有必要時您可以開啓範例檔案 **Scoop 007.3dm**。

附註：

建立額外的斷面曲線：

在較大的缺口上建立額外的斷面曲線有助於建立曲面。使用 Blend 指令在缺口較長邊緣 1/3 或 2/3 的位置建立混接曲線，使用這些額外的曲線做爲建立網線曲面的參考線。





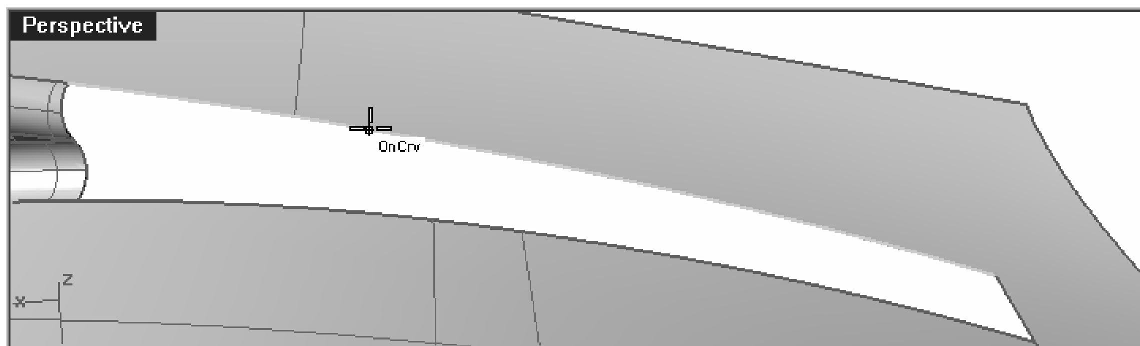
混接曲線

1 開啓**點**物件鎖點。

2 執行 **Blend** 指令 (曲線功能表：混接曲線)。

3 在指令行中設定**連續性=正切**，然後點選**垂直**選項。

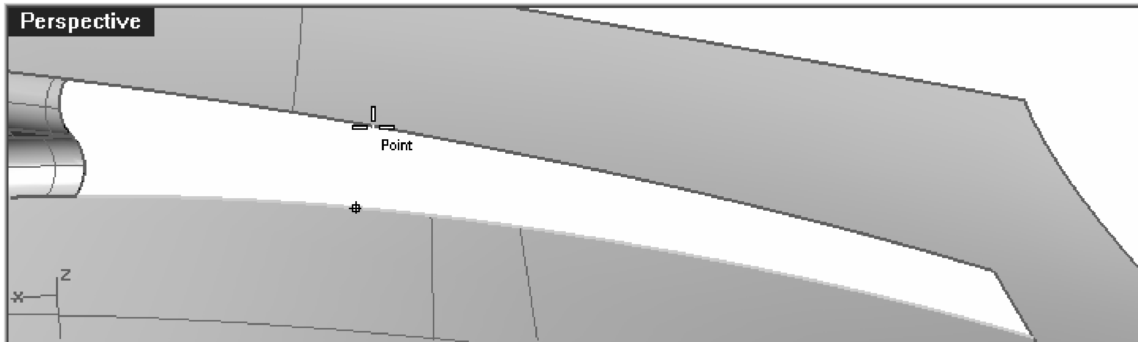
4 點選曲面缺口較長的一段邊緣，沿著邊緣移動標記到大約 1/3 的位置指定混接曲線起點。

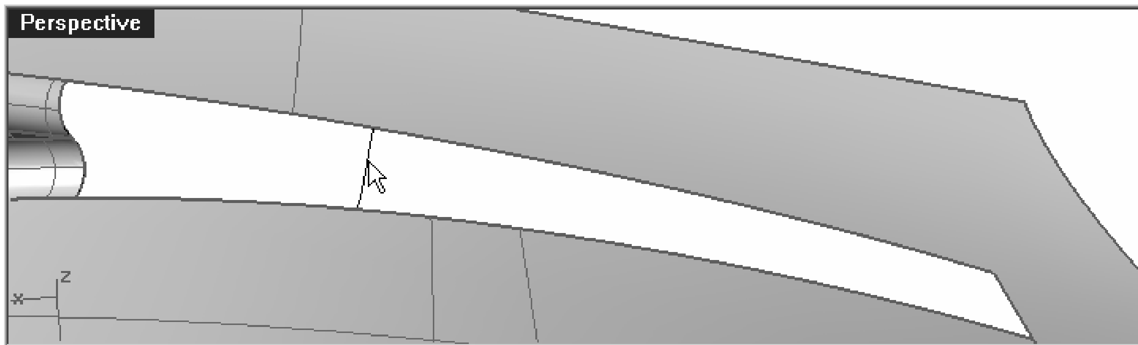


附註：

5 再一次使用**垂直**選項，在另一段邊緣上指定混接曲線終點。

6 將滑鼠游標沿著指定混接曲線起點的邊緣移動，直到點物件鎖點鎖定一個點，標記會跳到目前選取的邊緣上，並顯示軌跡線，按滑鼠左鍵指定這個點為混接曲線終點。



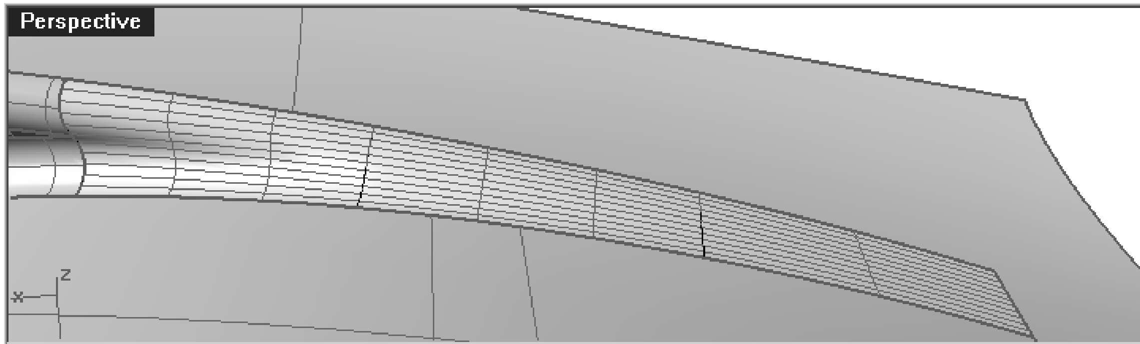


建立的混接曲線會跨越曲面缺口。

7 使用同樣的方法在這兩個邊緣上 2/3 的位置再建立一條混接曲線。
記得使用混接曲線的**垂直**選項。

附註：

8 使用 **NetworkSrf** 指令建立填補缺口的曲面，記得要選取新建立的兩條混接曲線。



附註：

9 使用 **2D** 圖形

在模型的某一部分使用 **2D** 圖形

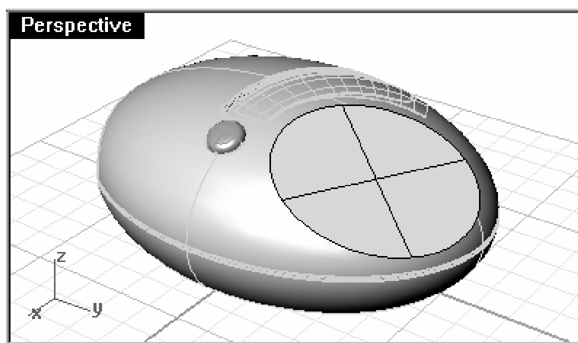
您可能會被要求以現存的 2D 圖形做爲 Rhino 模型的一部分，要完成這樣的工作需要將 2D 圖形移動並放置到模型上。

在稍後的範例中，我們將會使用一個以 Adobe Illustrator 建立的商標曲線。

範例 **23 —** 匯入 **Adobe Illustrator** 檔案

在這個範例中我們會建立一個自訂的工作平面，匯入 Illustrator 檔案，放置商標曲線到曲面上。

1 開啓模型檔案 **Air Cleaner.3dm**。



附註：

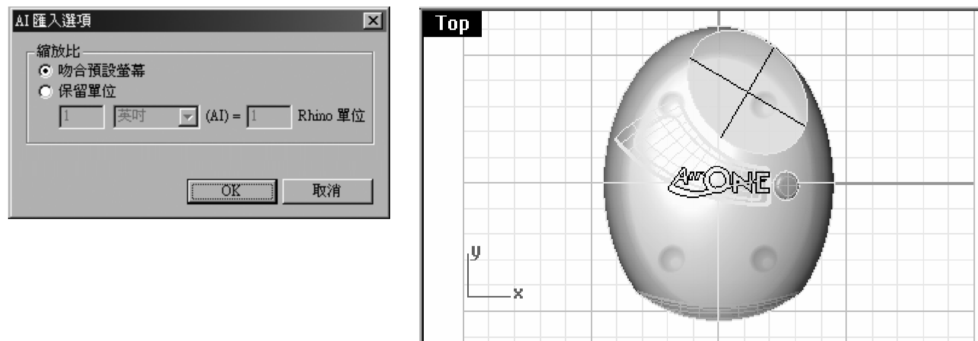
匯入檔案：

1 執行 **Import** 指令 (檔案功能表：匯入)。

2 變更**檔案類型**為 PDF 檔案 (*.pdf; *.ai)，選取 **AirOne_Logo.ai** 將其匯入到模型中。

3 在 **AI 匯入選項**對話框中，按 **OK**。

匯入的商標曲線會處於被選取狀態中，並被放置在 **Top** 工作平面上及 **Default** 圖層中。



4 在匯入的曲線還在選取狀態下時，使用 **Group** 指令群組所有匯入的曲線，以便在往後的作業中可以一次選取所有的曲線，並避免在移動商標曲線時漏選了某些曲線。

5 執行 **Layer** 指令。

6 關閉 **Logo** 圖層。

7 在 **Logo** 圖層上按右鍵，點選**複製物件到圖層**，將商標曲線複製到 **Logo** 圖層。

在之後的範例中我們會再用到這個複製的商標曲線。

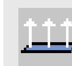
8 關閉除了 **Default** 和 **Top Surface** 圖層以外的所有圖層。

附註：

建立自訂的工作平面：

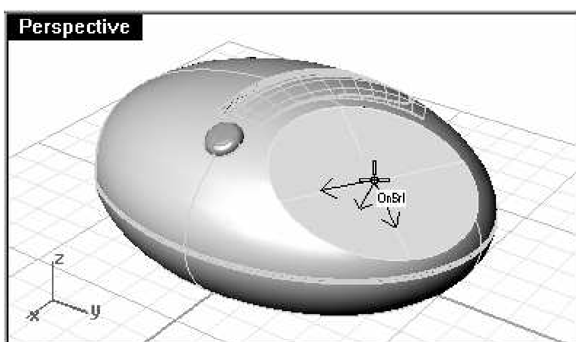
我們必需將工作平面設定在模型的平面上，**CPlane** 指令可以這樣做，但新設定的工作平面的 X 和 Y 的方向會是目的曲面的 U 和 V 的方向，而工作平面 Z 軸的方向會對應到曲面的法線上。**Dir** 指令可以顯示曲面的 U 和 V 的方向，並可以讓您改變曲面 U 和 V 的方向。

1 選取物件上橢圓形的平面，從**分析**功能表中選取**方向**。



分析方向

您可以看到這個曲面的 U、V 和法線方向，知道這個橢圓形平面的 U、V 和法向方線非常重要。



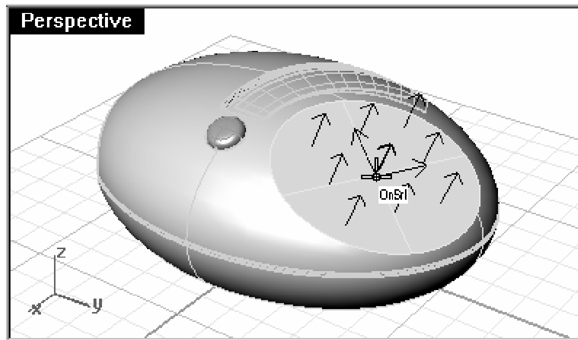
白色箭頭是曲面的法線方向，當您移動游標到被選取的曲面上時，游標上會出現紅色和綠色箭頭。

紅色代表曲面的 U 方向，綠色代表曲面的 V 方向。

附註：

2 在指令行中有各種可以改變曲面方向的選項，您可以點選這些選項改變曲面的方向，曲面方向的圖示會根據您的改變更新。

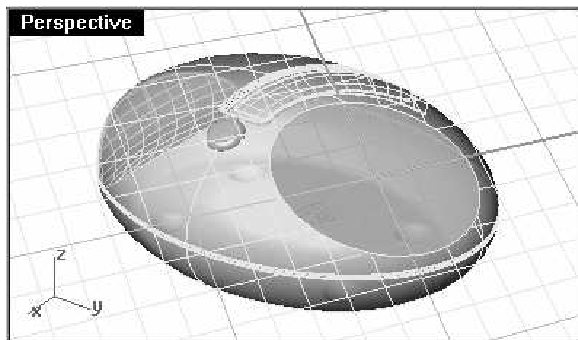
在改變選項後，按 **Enter**。



您必需將曲面的 U、V 和法線方向做如左圖的改變。

這樣做可以讓新的工作平面根據您的設定對應到橢圓形平面上，也可以預測商標曲線套用到橢圓形平面上的位置與方向。

3 在 **Perspective** 作業視窗中，執行 **CPlane** 指令，並使用物件選項 (視圖功能表：設定工作平面 > 以物件) 或 (作業視窗標題右鍵功能表：設定工作平面 > 以物件) 設定工作平面到橢圓形平面上。



自訂工作平面的 X 和 Y 軸平行於您之前於橢圓形平面上設定的 U 和 V 方向。

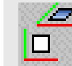
4 您可以使用 **NamedCPlane** 指令儲存新設定的工作平面 (作業視窗標題右鍵功能表：已命名工作平面) 以便往後可以很容易地取回這個工作平面。

附註：

將商標曲線對應到新的工作平面上：

我們將使用的指令會以物件相對於某個工作平面的位置移動到橢圓形平面上。

1 在 Top 作業視窗中選取商標曲線，請確定 Top 作業視窗處於使用中，然後執行 **RemapCPlane** 指令 (變形功能表：定位 > 重新對應至工作平面)。



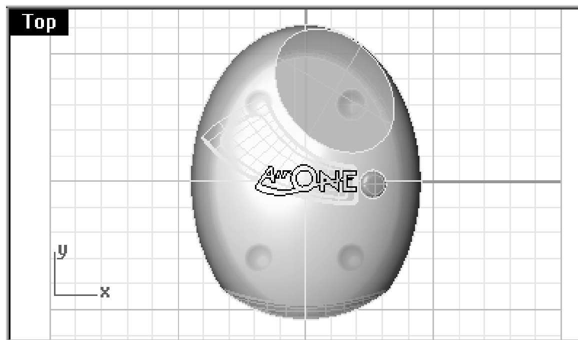
重新對應至工作平面

這個指令是以使用中和目標作業視窗的工作平面為依據移動物件，所以選對作業視窗非常重要。

2 在**點選要對應的作業平面**（ 複製=否 ）提示下，點選包含自訂工作平面的 **Perspective** 作業視窗。

您可以使用**複製=是**選項複製物件到其它工作平面上，而不會移動原來物件。

當**複製=是**時，每點選一個作業視窗就會複製一個物件，直到按下 **Enter** 或 **Esc** 結束指令為止。





商標曲線會以其相對於使用中作業視窗工作平面的位置對應到 Perspective 作業視窗的自訂工作平面。

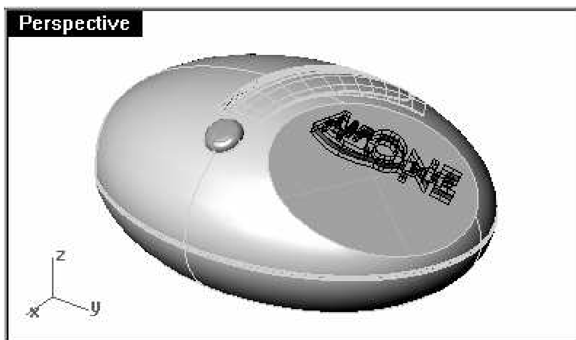
附註：

3 **旋轉**、**移動**或**縮放**商標曲線到新的位置。

您可以使用 **Plan** 指令將視圖對準 **Perspective** 作業視窗中的自訂工作平面，以便於調整商標曲線的位置，作業視窗在對準自訂工作平面後會使用平行投影模式正視工作平面。

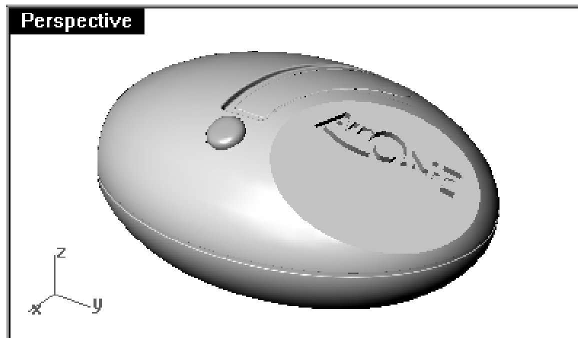


4 執行 **Extrude** 指令 (實體功能表：伸出平面曲線 > 直線)，並使用**兩側**選項建立立體的文字，伸出的距離為 2mm。



附註：

5 使用 **BooleanDifference** 指令 (實體功能表：差集) 在橢圓形平面上刻出文字。

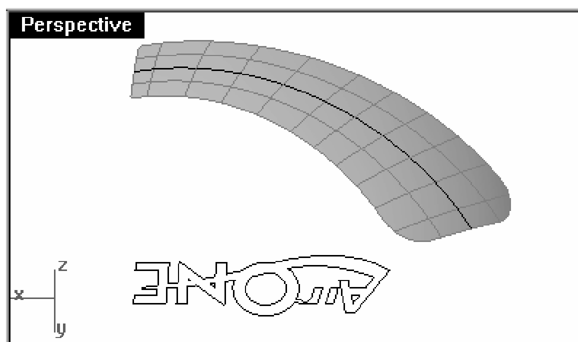


將商標曲線放置於形狀不規則的曲面上：

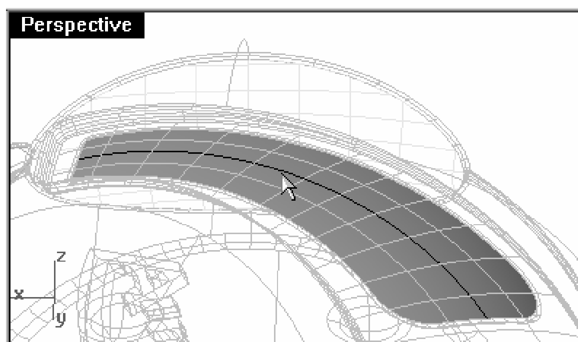
在這部分的範例中，我們會將 Logo 圖層中的商標曲線複本放置到曲面上，因爲這個曲面並不是平面，所以我們必需使用其它的變形工具(沿著曲線流動)移動商標曲線，將其沿著曲面形狀做彎曲。

Flow 指令會將物件的控制點從一條曲線對應到另一條曲線，物件控制點和第一條曲線的相對關係會被轉換到第二條曲線上。如果兩條曲線的長度不同，物件在流動後會被明顯地延展或擠壓，爲了避免發生這種情形，第一條曲線和第二條曲線必需長度相同。

1 執行 **Layer** 指令，切換到 **Cutout** 圖層，關閉 **Cutout** 和 **Logo** 以外的所有圖層。



2 首先，我們必需從目標曲面上抽離一條結構線。使用 **ExtractIsocurve** 指令 (曲線功能表：從物件建立的曲線 > 抽離結構線)，在曲面上較長的方向抽離一條大約在曲面中間位置的結構線。



我們將會使用這條曲線來對齊移動後的商標曲線。

3 選取這條曲線，使用 **Length** 指令 (分析功能表：長度) 測量這條曲線的實際長度，測量結果會顯示在指令行。

4 在 **Top** 作業視窗中，畫出一條和剛才抽離的結構線長度相等的直線。



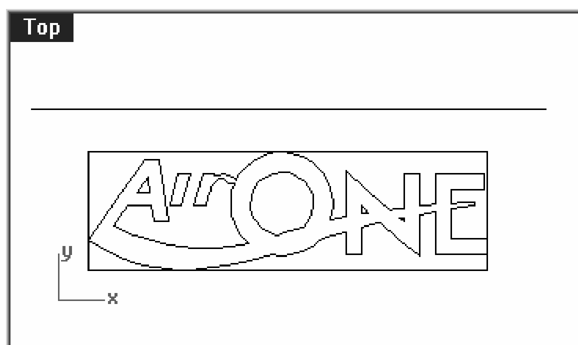
附註：



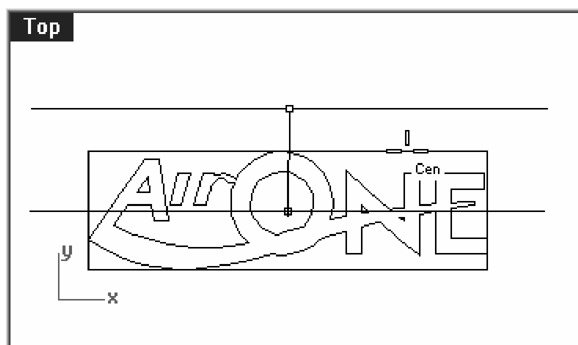
抽離結構線

5 在 **Top** 作業視窗中選取商標曲線，並使用 **BoundingBox** 指令 (分析功能表：邊框方塊) 在商標曲線周圍畫出一個 2D 矩形。

在**座標系統**提示下，因為 **Top** 作業視窗的工作平面與世界平面相同，所以您可以使用**工作平面**或**世界**座標選項。



6 使用**中點**和**中心點**物件鎖點，以直線的中點為起點，邊框方塊中心點為終點，將直線移動到矩形中心點。



利用邊框方塊來找出一個群組曲線的中心點是很方便的方法。

附註：

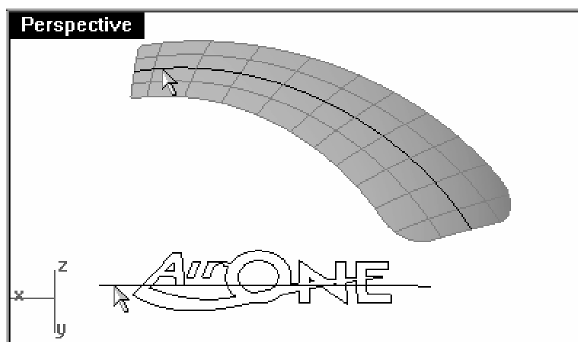


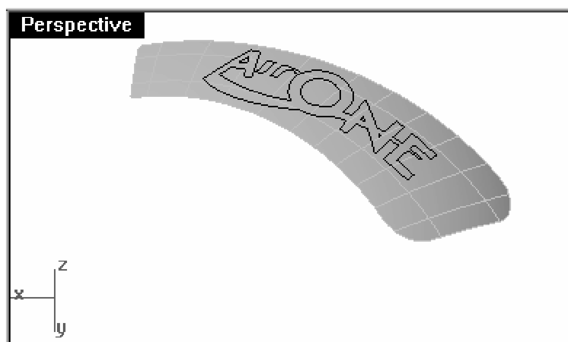
邊框方塊

7 選取商標曲線，執行 **Flow** 指令 (變形功能表：沿著曲線流動)。

8 在**原始骨幹曲線 - 點選接近端點處**提示下，選取直線。

9 在**新的骨幹曲線**提示下，選取剛才抽離的曲面結構線。





商標曲線會從直線對應到曲線上。請注意，在對應商標曲線時，這個指令會以兩條曲線被點選於哪一個端點附近決定對應的方向。

10 如果商標曲線大於目標曲線，必需**復原**指令作業，在 **Top** 作業視窗中縮小商標曲線，再執行一次 **Flow** 指令。

附註：



沿著曲線流動

使用 **Flow** 指令的**複製**選項把原來的商標曲線留在原地是比較好的作法。

附註：

分割曲面：

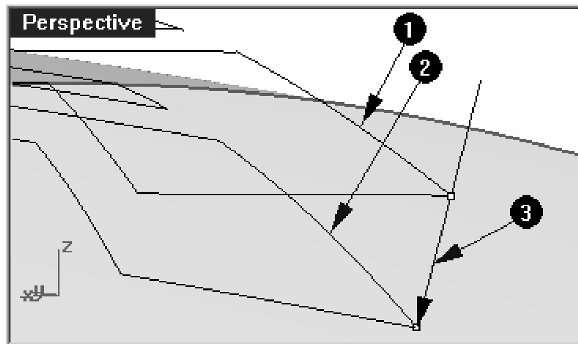
如果您在 Perspective 作業視窗中近一點觀看對應後的曲線，您會發現商標曲線是對應到曲線上，並不是貼附在曲面上。但因爲對應後的曲線非常接近曲面，將曲線拉回到曲面上並不會造成太大的變形。



將曲線拉至曲面

1 選取對應到抽離結構線的商標曲線，執行 **Pull** 指令 (曲線功能表：從物件建立的曲線 > 拉回)。

Pull 指令會以被選取的曲面的法線方向將曲線或點拉回到曲面上。



原來的曲線(1)以曲面的法線方向(3)被拉回到曲面上(2)。

2 選取曲面，執行 **Split** 指令 (編輯功能表：分割)，選取所有被拉回到曲面上的曲線做爲切割用物件。

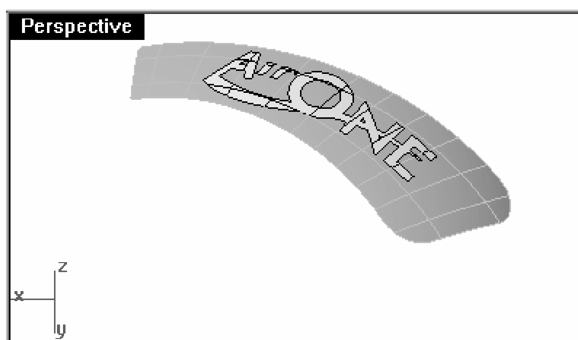
3 以這個範例中的情形，您最好將曲面上分割出來的文字**縮回**，因爲每一個分割出來的曲面，即使是非常小的曲面，其實都包含未分割前的整個曲面的資料。

附註：

將商標文字做出厚度

1 選取分割出來的商標文字曲面。

不要選取文字中間的曲面(例如：A、O 和 N)。



2 執行 **OffsetSrf** 指令 (曲面功能表：偏移複製曲面)，使用**實體**選項填補原來的曲面與偏移曲面之間的空隙。

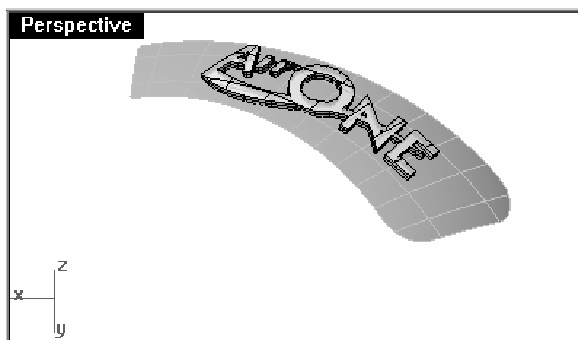


偏移複製曲面

移動滑鼠游標到法線箭頭未朝上的曲面按左鍵反轉法線方向，法線箭頭方向代表曲面的偏移方向。

3 設定偏移距離為 1，按 **Enter** 建立實體。

商標文字曲面也可以使用 **ExtrudeSrf** 指令伸出成實體 (實體功能表：伸出曲面 > 直線)。



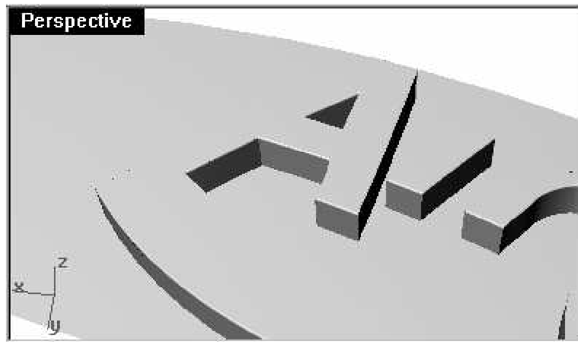
偏移成實體的商標文字。

附註：

4 偏移成實體的商標文字需要和原來的曲面組合，但是實體是封閉的曲面，無法再與其它曲面組合。

使用 **ExtractSrf** 指令 (實體功能表：抽離曲面) 移除商標文字實體底部的曲面，並將其刪除。

5 使用 **Join** 指令 (編輯功能表：組合) 組合文字曲面和模型的曲面。





附註：

從 2D 圖形建立模型

最困難的建模工作之一是將一組 2D 視圖轉換成爲 3D 模型，通常這些 2D 視圖可能在某些部分很精確，但在 3D 模型上才會出現的複雜曲面在 2D 視圖上並無法精確的表達。

您最好能直接與設計師溝通這些複雜曲面的造型，但有時候您可能和設計師之間沒有直接的溝通管道，而且在各 2D 視圖之間通常會有配合不上的問題。

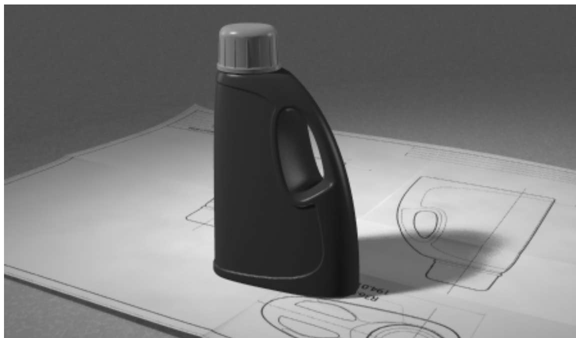
如果沒有實際可供參考的模型，您必需在各 2D 視圖、草圖中做取捨，找出最可能的 3D 造型。例如，您必需考慮 3D 模型的哪個部分在哪個視圖中是最準確的。

在稍後的範例中，我們會示範一些從一組 2D 視圖建立吹塑模塑膠瓶的方法。在這個範例中，我們有一組塑膠瓶的三視圖，這些視圖並不準確，我們要做的是盡可能建立一個最能夠符合設計師所畫的各個視圖曲線的模型。

因爲上課時間有限，我們只能示範建立這個模型的第一階段，我們只會完成這個瓶子的曲面部分，細節部分會被忽略。在教學模型資料夾中有一個已完成的瓶子模型供您參考。

範例 24 — 建立清潔劑瓶子

1 開啓模型檔案 **Detergent Bottle.3dm**。



附註：

2 在 **Top** 作業視窗中，框選左下方瓶子的上視圖，包含尺寸標註。

3 使用 **Group** 指令群組被選取的物件 (編輯功能表：群組)。

4 重複之前的步驟群組左上方瓶子的前視圖和右上方瓶子的右視圖。

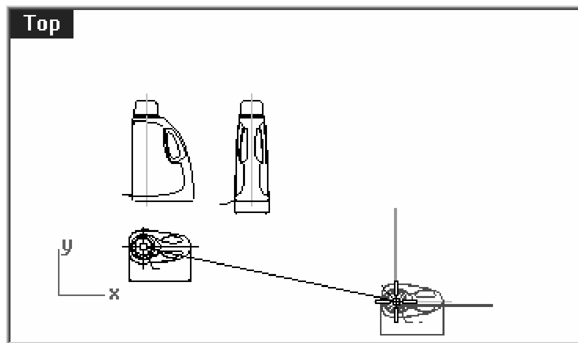
每一個視圖中的物件當做一個群組。

定位各個視圖：

1 選取上視圖群組。

2 使用 **ChangeLayer** 指令 (編輯功能表：圖層 > 變更物件圖層) 將上視圖群組移到 **3D Template Top** 圖層。

3 在 **Top** 作業視窗中，使用 **Move** 指令，以上視圖群組中圓的圓心為移動起點，座標 **0,0** 為移動的終點，移動整個群組到工作平面原點。



4 選取前視圖群組。

5 使用 **ChangeLayer** 指令將前視圖群組移到 **3D Template Front** 圖層。

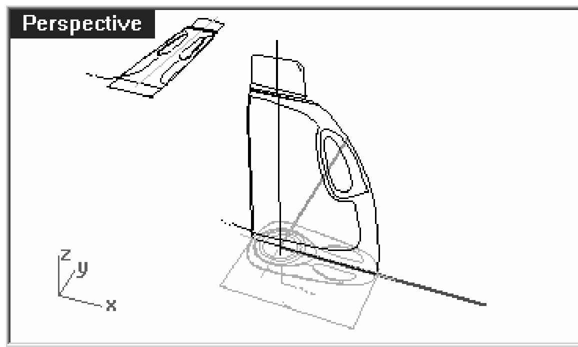
6 在 **Top** 作業視窗中，使用 **Move** 指令，以中心線和瓶底水平線交點為移動起點，座標 **0,0** 為移動的終點，移動整個群組到工作平面原點。

附註：

7 在 **Top** 作業視窗中，在前視圖群組仍然處於選取狀態下時，執行 **RemapCPlane** 指令 (變形功能表：定位 > 重新對應至工作平面)。

8 在**點選要對應的作業平面**（ 複製 ）提示下，點選 **Front** 作業視窗。

前視圖群組會被定位到 3D 空間。



9 在 **Top** 或 **Perspective** 作業視窗中，選取右視圖群組。

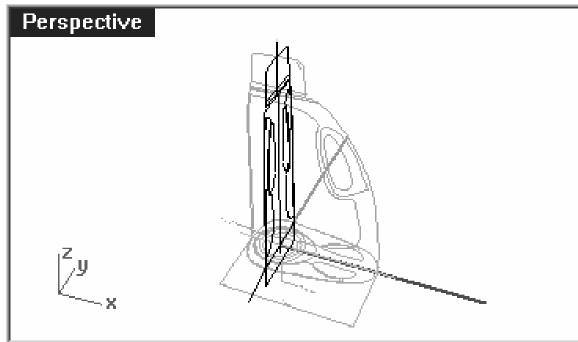
10 使用 **ChangeLayer** 指令將右視圖群組移到 **3D Template Right** 圖層。

11 在 **Top** 作業視窗中，使用 **Move** 指令，以中心線和瓶底水平線交點為移動起點，座標 **0,0** 為移動的終點，移動整個群組到工作平面原點。

附註：

12 使用 **RemapCPlane** 指令重新對應右視圖群組到 **Right** 作業視窗的工作平面。

右視圖群組會被定位到 3D 空間。



通常 2D 曲線參考圖並不能滿足建立 3D 模型所需的精確度。在開始建立 3D 模型之前，請先找出 2D 曲線參考圖中的錯誤，並予以修正。

建立 **3D** 曲線：

瓶身上手把的洞是在曲面建立後才切割出來的，目前我們只需要建立外側的曲面。瓶身前視圖的上方和底部的邊緣爲圓角邊緣，在開始建立瓶身曲面時可以被忽略，曲面建立後再用其它方法在曲面邊緣建立圓角。我們必需延伸或重畫與每一個圓弧相接的曲線，使這些曲線超過圓弧並相交形成銳角。

您可以使用許多建立曲面工具開始建立瓶身曲面，**雙軌掃掠**或**從曲線網線建立曲面**是最明顯可以使用的方法。

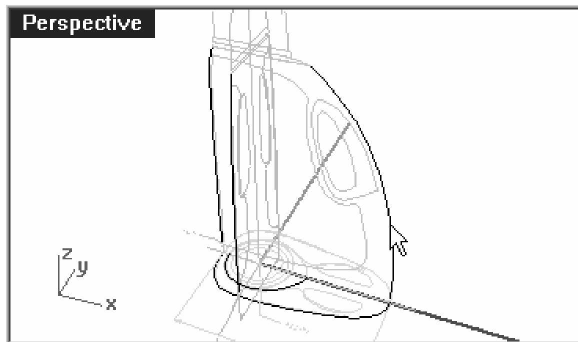
以網線建立的曲面只會考慮參考線的形狀，並不會考慮參考線的結構。曲面會依設定值逼近參考線，建立的曲面結構和參考線的結構並沒有關聯。

其它建立曲面指令，包括：單(雙)軌掃掠、放樣和以邊緣曲線建立曲面至少會使用一個方向的參考線結構來建立曲面，這些指令建立的曲面會完全通過斷面參考線，您可以從參考線是如何建立的來決定使用何種曲面建立指令。

附註：

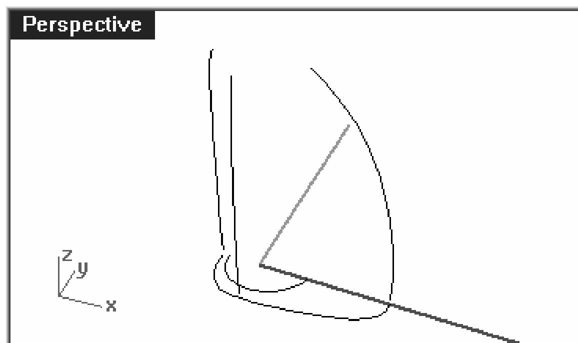
1 選取您在之前的步驟所建立的群組，執行 **Ungroup** 指令（編輯功能表：群組 > 解散群組），將所有群組解散。

2 選取三個視圖中定義外側輪廓的曲線，將這些曲線複製到 **3D Curves** 圖層。



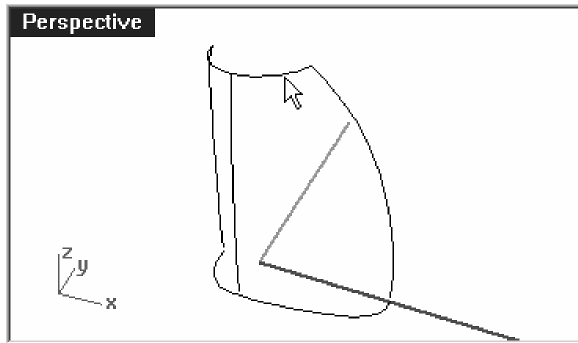
因爲這個瓶子在 X 軸兩側是對稱的，您只需要複製一側的曲線，稍後我們會將這些曲線做鏡射。

3 執行 **OneLayerOn** 指令，選取 **3d Curves** 圖層。



附註：

4 移動定義瓶身上方邊緣的曲線到直立曲線上方端點的高度。您可以在 Perspective 作業視窗中，使用 **SetPt** 指令或以 **Move** 指令配合**垂直**選項達到這個目的。

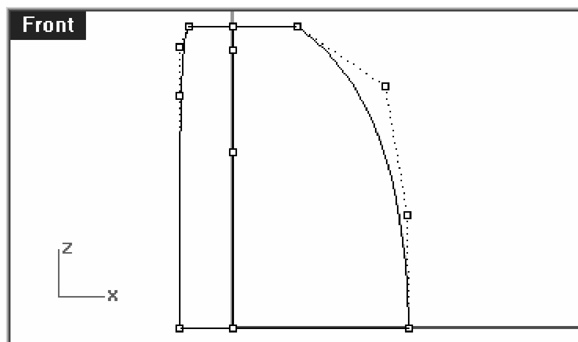


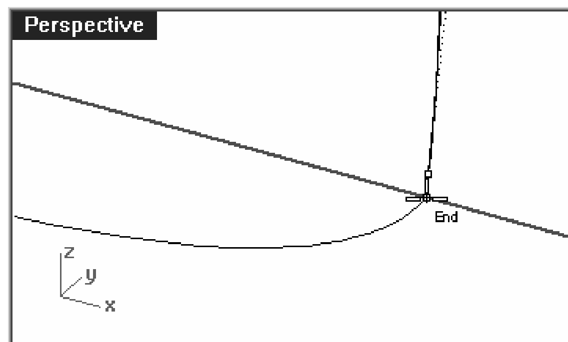
5 直立的曲線現在可以延伸超過圓弧曲線，且端點可以正好落於上方和底部的曲線上。

使用 **Extend** 指令的**類型=平滑的**指令選項延伸這些直立的曲線，以**端點**鎖點將直立曲線的延伸端點放置於上方和底部曲線的**端點**上。

6 以 **Extend** 指令延伸曲線會增加曲線結構的複雜度。如果保持曲線結構簡單非常重要，最好使用調整控制點的方式延伸曲線。復原之前的曲線延伸作業，改用直接編輯控制點，將直立曲線的端點移動到上方和底部曲線上。

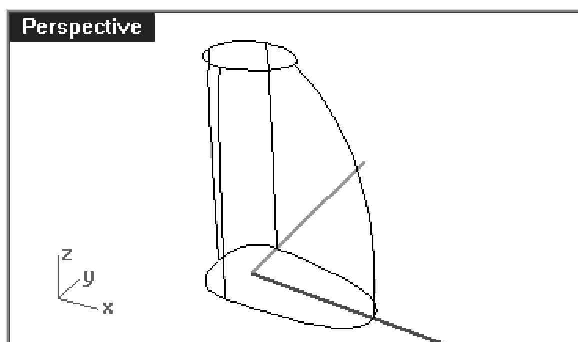
您可以事先於原地複製這些直立曲線，做爲調整曲線控制點時的參考。





附註：

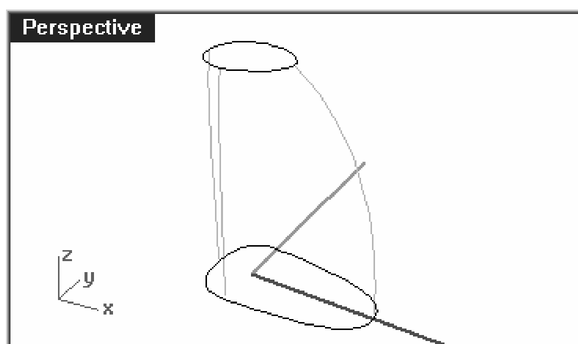
7 **鏡射**底部、上方和右視圖中的左側輪廓曲線到另一側。



您會得到八條定義瓶身曲面的曲線。

全部的曲線都是原來 2D 視圖中的曲線，但重新安排於 3D 空間中。

8 **組合**上方和底部的曲線為封閉曲線。



這兩條曲線將會做為建立網線曲面或雙軌掃掠曲面的參考線。

以雙軌掃掠建立瓶身曲面：

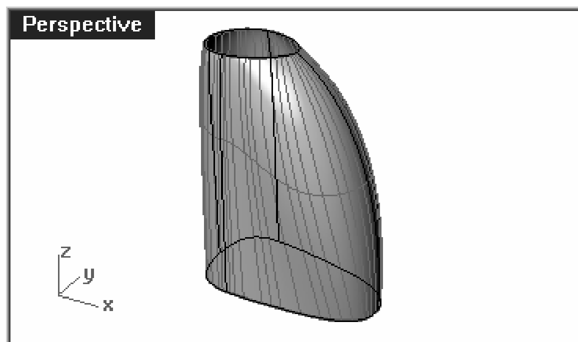
這些曲線是我們從 2D 視圖中所有可以找到的定義瓶身曲面的參考線，所以我們將直接以這些曲線建立瓶身曲面。

1 切換到 **Surfaces** 圖層。

2 框選所有曲線，先以 **Sweep2** 指令建立曲面，然後設定作業視窗為**著色顯示模式**。

附註：

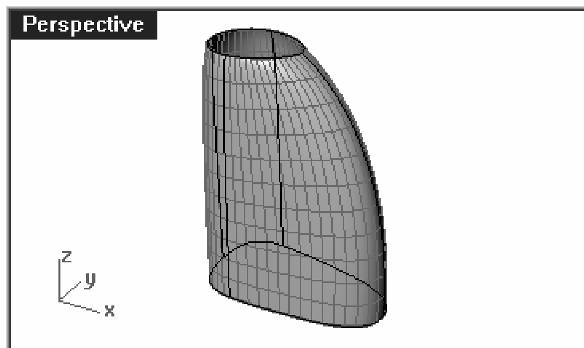
將建立的曲面移到一旁。



請注意，在瓶身弧度較大的一側的曲面形狀並沒有受到很好的控制。

3 雖然我們可以重新調整或加入曲線讓 Sweep2 產生較好的曲面，但我們要藉這個機會以同樣的曲線使用曲線網線建立曲面，比較以這兩個指令建立曲面的差別。

再一次選取所有曲線，使用 **NetworkSrf** 指令建立曲面。



以同樣的曲線使用曲線網線建立的曲面明顯比較好。

以著色作業視窗觀看建立的曲面。

自己做做看：

建立瓶身下陷部分的曲面和把手。參考 2D 視圖在有圓角的地方建立圓角邊緣。在教學模型資料夾中有一個已完成的瓶子模型供您參考。

附註：

10 曲面分析

範例 25 — 曲面分析

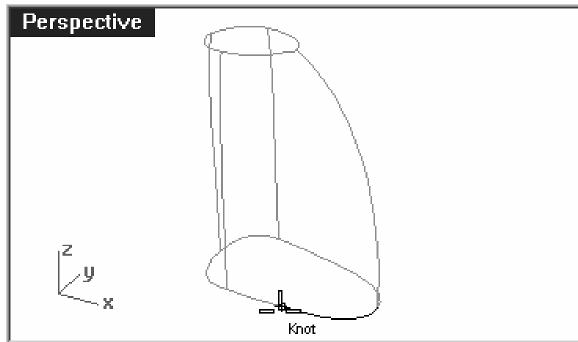
在 Surface Analysis.3dm 檔案裡有一組您在前一個範例中看過的曲線，我們不再像之前的範例一樣從曲線網線建立曲面，而是要使用曲面銜接和分析工具在瓶身兩側各建立三個曲面，您可以將建立的曲面與網線曲面做比較。

從邊緣曲線建立瓶身曲面：

檔案中所有直立的曲線都有同樣的控制點數和結構，這些曲線是由同一條曲線複製後再調整形狀而成的。瓶身上方和底部的曲線必需被分割成數段曲線，以這些曲線段與直立的曲線做爲建立數個四個邊緣的曲面的參考線。

我們需要再建立一條直立的曲線，用這條曲線來控制瓶身背部的曲面形狀。

1 以 **Split** 指令的**點**選項於瓶身底部曲線右側部分的**節點**處分割曲線。

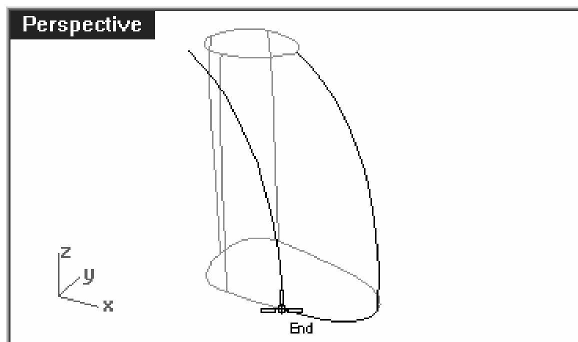


曲線在右側節點處分割得到的兩段曲線仍然保有一致的節點參數分佈。

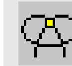
利用節點參數分佈一致的曲線做爲邊緣曲線建立的曲面會有比較簡潔的結構。

再以直立的曲線將同一條瓶身底部曲線分割。

2. **複製**瓶身背部曲線，並將其放置到瓶身底部曲線在節點處分割後的端點。



附註：

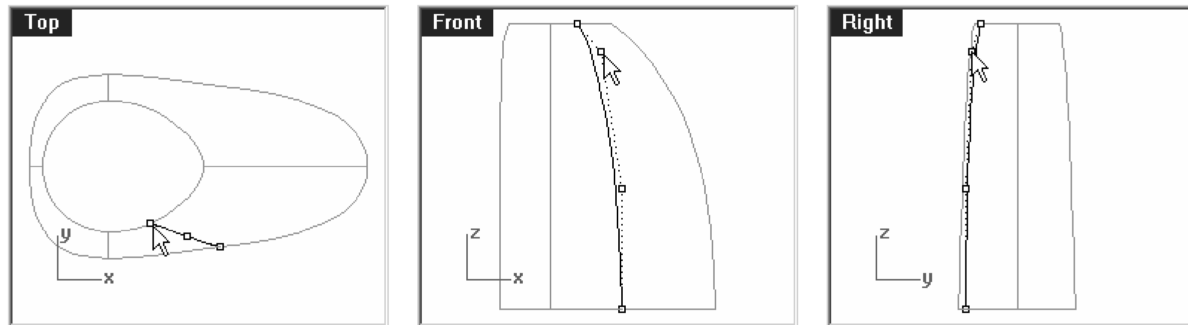


節點

附註：

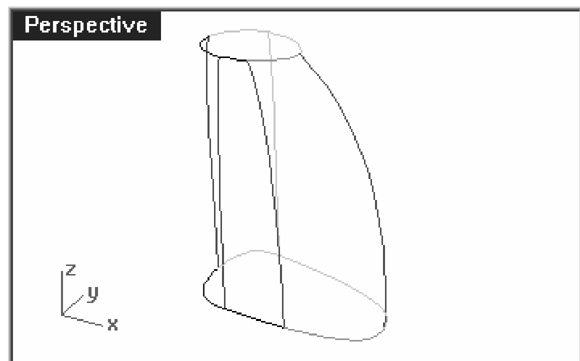
2 以**最近點**鎖點將複製的曲線上方端點移動到瓶身上方曲線位於側面曲線和背部曲線之間三分之一的位置上。

並調整這條曲線靠近上方端點的第二個控制點。在 Top 作業視窗中，將這個控制點往上、往內移動(如下圖)。



這條曲線可以讓您對曲面形狀有更好的控制 (尤其是在瓶身上方邊緣)。

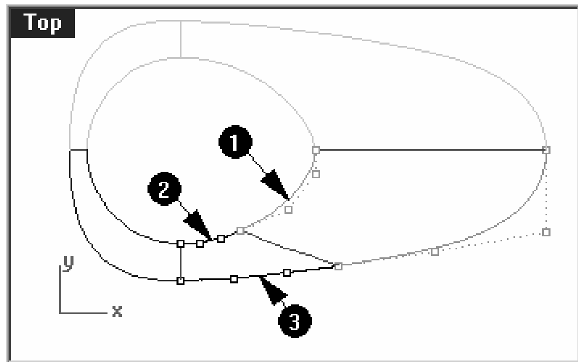
3 以所有直立的曲線**分割**瓶身上方和底部曲線。



附註：

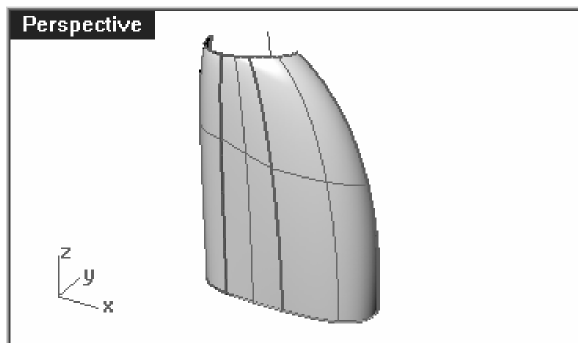
4 為了讓 **EdgeSrf** 指令建立最簡潔的曲面，您必需重建部分分割後的曲線，讓這些曲線的參數化平均，而且有同樣的結構。

以三階四個控制點重建曲線 **1**、**2** 和 **3**。



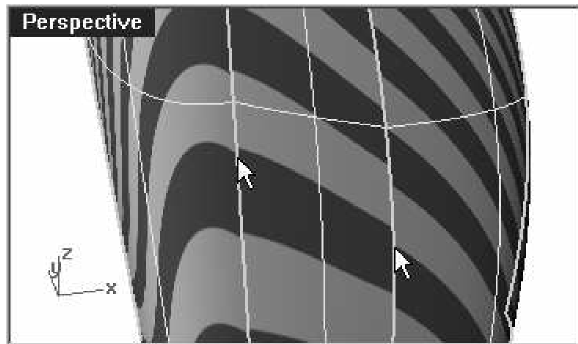
您必需整平瓶身上方靠近背部的曲線 **(1)**，使其與鏡射後的曲線及另一端相接的曲線之間可以形成正切。

5 使用 **EdgeSrf** 指令 (曲線功能表：邊緣曲線) 以三組曲線建立三個曲面。



附註：

6 **著色**作業視窗。

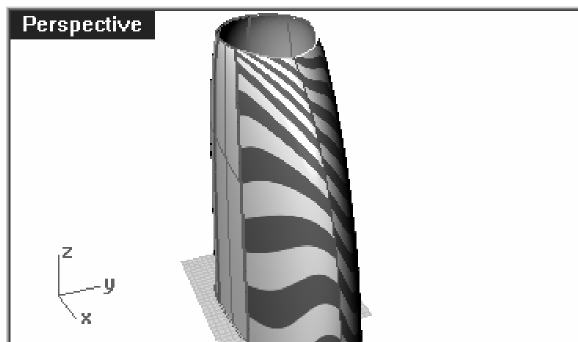


建立的曲面看起來似乎不錯，但如果您轉動一下視圖，您會發現這些曲面之間其實並沒有達到正切連續。

您可以使用條紋分析來驗証。

銜接瓶身背部曲面：

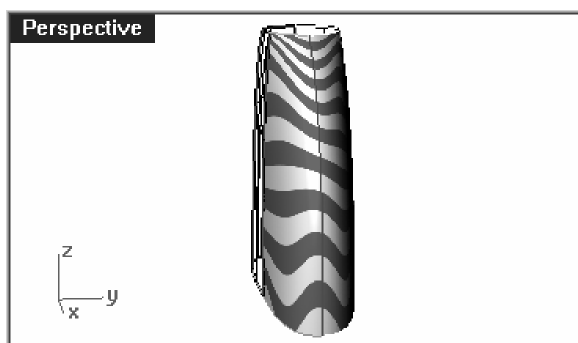
1 **鏡射**瓶身前面和背部曲面到 X 軸的另外一側。



鏡射的曲面和原來的曲面之間並沒有形成正切連續。

2 使用 **MatchSrf** 指令 (曲面功能表：曲面編輯工具 > 銜接) 將兩個鏡射曲面與原來的曲面做**正切**銜接，並使用**平均曲面**選項。

附註：



以正切連續銜接鏡射曲面和原來的曲面並開啓平均曲面選項時，即可讓兩個曲面之間形成曲率連續，因爲兩個曲面在相接邊緣處的曲率一致。

分析銜接後的曲面：

現在我們要使用曲率分析工具分析銜接後的曲面，曲率分析工具可以標示出曲面上曲率變化較大的地方，但曲率變化較平緩的地方可能會被忽略。像在範例中這種簡單的曲面上，曲率分析的色彩漸層會比較平緩、簡潔。

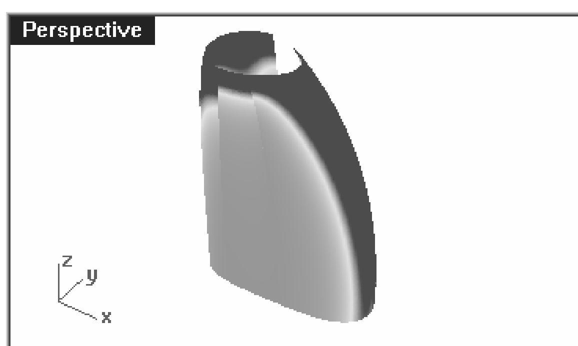
1 **隱藏**所有曲線，以便看清楚曲面之間的連續情形。

2 選取所有曲面，並開啓**曲率分析**顯示 (分析功能表：曲面 > 曲率分析)。

設定**型式**爲**高斯**，按下**自動範圍**。請確定分析網格設定夠精細，以得到較好的視覺分析效果。試著在自動範圍和最大範圍之間切換。

自動範圍會試著找出一個色彩顯示範圍，忽略曲率變化較大的部分。而最大範圍則是將曲率最大的部分以紅色顯示，曲率中等的部分以藍色顯示。

曲率等於 1/半徑。



曲面銜接要盡可能讓曲率顯示色彩漸層有平緩的變化，並達到曲率連續的要求。

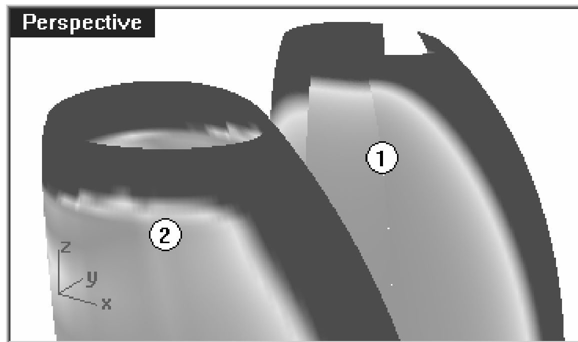
請注意，銜接過的曲面邊緣處的色彩變化平緩。

未銜接過的曲面則會在邊緣處產生可見的色彩斷層。

附註：

接下來，我們會以複製的曲線建立另一個曲面來比較。

3 開啓 **Network Curves** 圖層，使用 **NetworkSrf** 指令從這個圖層中的曲線建立曲面。選取新建立的曲面，將其**新增**到**曲率分析**顯示。



網線曲面 (2)的結構線越密，曲率分析的色彩顯示越不平順。

因爲曲面上顯示的色彩是以設定的範圍對應到曲面上，而自動範圍預設的顯示曲率範圍較窄，即使是曲率變化平緩的部分的色彩漸層也會有明顯的變化，這並不代表曲面的這個部分的曲率變化很大。

結構較簡單的曲面 (1)雖然在曲面相接邊緣處的色彩漸層並不連續，但看起來比較簡潔。

將瓶身前面與背部的曲面銜接到中間的曲面：

在將瓶身前面和背部的曲面與中間的曲面銜接時，我們必須確保不會破壞之前的銜接作業在曲面之間形成的連續性，我們會以兩次銜接曲面達到這個目的。

必需注意的是，中間的曲面較爲扁平，而前面和背部的曲面有較大的曲率變化。在銜接曲面時，不可以讓中間的曲面做爲銜接的作用曲面，否則會造成中間曲面的形狀有非常大的變化並往內凹。如果可以，盡量以前面和背部的曲面做爲銜接的作用曲面，中間的曲面做爲銜接的目的曲面，以避免產生這個問題。

因爲背部曲面只有四排控制點，除非您開啓**維持相對端**選項，否則將背部曲面以曲率連續銜接到中間的曲面必定會破壞背部曲面另一端的連續性。如果您開啓**維持相對端**選項做曲率連續銜接，背部曲面在銜接邊緣處可能會形成波浪狀。

爲了要避免這種可能發生的問題，我們會先將背部曲面以正切連續並關閉維持相對端銜接到中間的曲面。正切連續銜接只會移動前兩排控制點，所以我們不必擔心背部曲面的另一端的連續性在銜接後被改變，而只有在靠近銜接邊緣的曲面形狀會被改變，然後我們會再以曲率連續並開啓維持相對端選項再做一次銜接。

附註：

1 銜接作業僅改變整個瓶紙一半的形狀，所以您可以**刪除**其它複製的曲面。

2 將曲面**複製**到其它地方，稍後我們會再用到這些曲面。

3 將前面和後面的曲面以**正切**連續**銜接**到中間的曲面，並關閉**平均曲面**和**維持相對端**。在**銜接**對話框的**選項**中設定**維持結構線方向**。

這些設定並不是固定的，必需依不同情況做設定。如果您對第一次銜接的結果不滿意，在接受銜接變更前，您可以試著以不同選項設定再次做銜接。

在銜接曲面時保持**曲率分析**在**開啓**狀態，有助於您觀察銜接作業對曲面形狀的影響。

4 接下來，將前面和後面的曲面以**曲率**連續**銜接**到中間的曲面，並開啓**平均曲面**和**維持相對端**。

將中間的曲面銜接到前面和背部曲面：

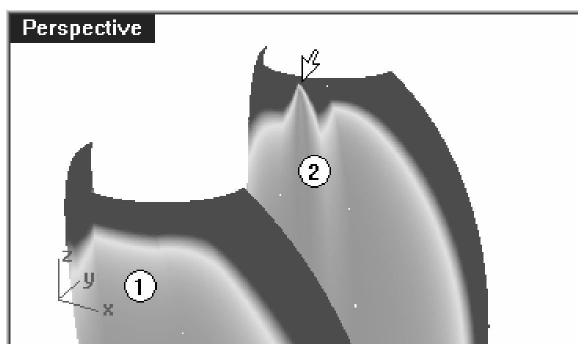
現在我們來看看銜接不理想的情形。我們會以剛才複製出來的曲面做示範，將中間的曲面銜接到前面和背部的曲面。

1 將中間的曲面以**正切**連續**銜接**到前面和背部的曲面，並關閉**維持相對端**。

2 再將中間的曲面以**曲率**連續**銜接**到前面和背部的曲面，並開啓**維持相對端**。

3 選取銜接後的曲面，將他們**新增**到**曲率分析**顯示。

您可以看到曲率分析色彩漸層在第一組曲面(1)和第二組曲面(2)上明顯不同。

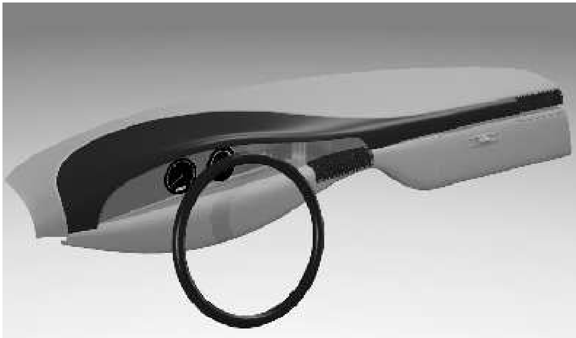


曲率分析色彩在接近銜接邊緣處出現銳角。

附註：

11 塑形

設計師可以先建立一個大概的曲面形狀，然以後各種變形、分析工具在 3D 空間中以創造性和直接的方法將曲面塑形。



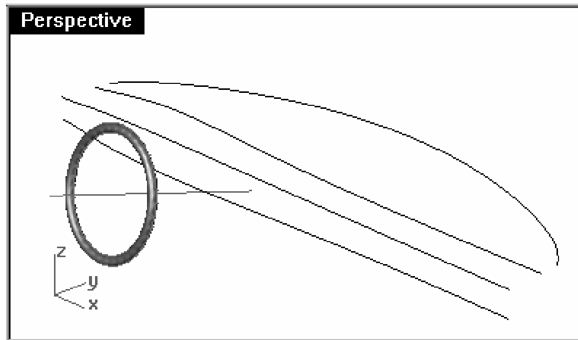
建立曲面的參考線不需要很精確的放置，所有用來建立曲面的曲線盡可能是從一條曲線複製而來再加以調整形狀，這樣可以讓所有的曲線有相同的結構，建立的放樣曲面會最簡潔、且容易編輯。

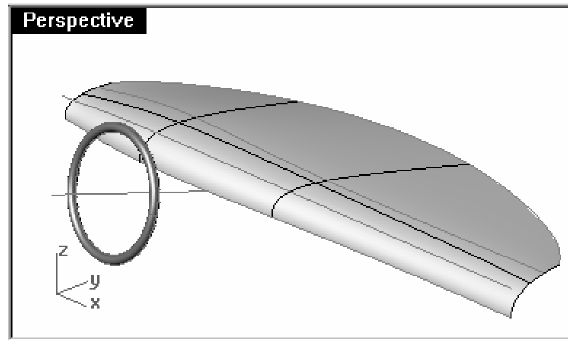
在稍後的範例檔案中包含有四條曲線。

範例 26 — 儀表板

1 開啓模型檔案 **Dash.3dm**。

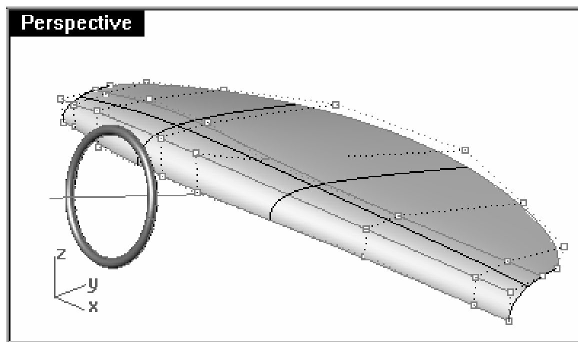
2 以檔案中的四條曲線建立**放樣**取面，並使用**型式**下拉清單中的**鬆弛**選項。**鬆弛**選項可以建立最簡單的曲面，如何建立最簡單的曲面是非常重要的技巧。





以**鬆弛**選項建立的放樣曲面並不會通過位於中間的兩條曲線，但曲面會非常平滑簡潔。

3 開啓控制點。



開啓建立放樣曲面的參考曲線的控制點，您會發現這些曲線的控制點和放樣曲面的控制點的位置完全一樣。

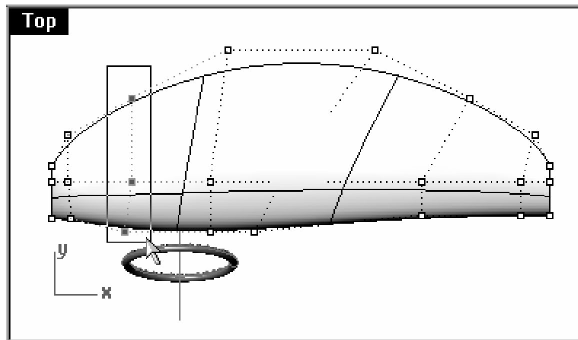
附註：

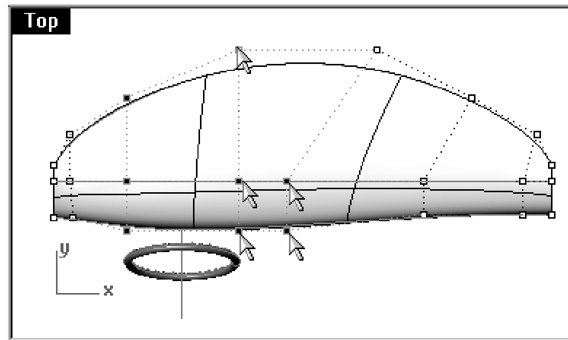
如果您想加入其它物件，在鎖定的圖層中有一個方向盤，可讓您做爲模型各部分比例和位置的參考。

附註：

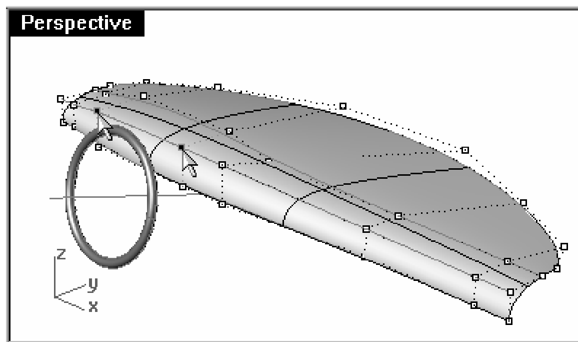
4 關閉 **Curves** 圖層。

5 開啓曲面的控制點，使用 **SetPt** 指令 (變形功能表：設定點) 將下圖中的幾組控制點在 X 軸方向對齊。





6 選取最靠近方向盤上緣的控制點。



7 執行 **Weight** 指令 (編輯功能表：控制點 > 編輯權值)。

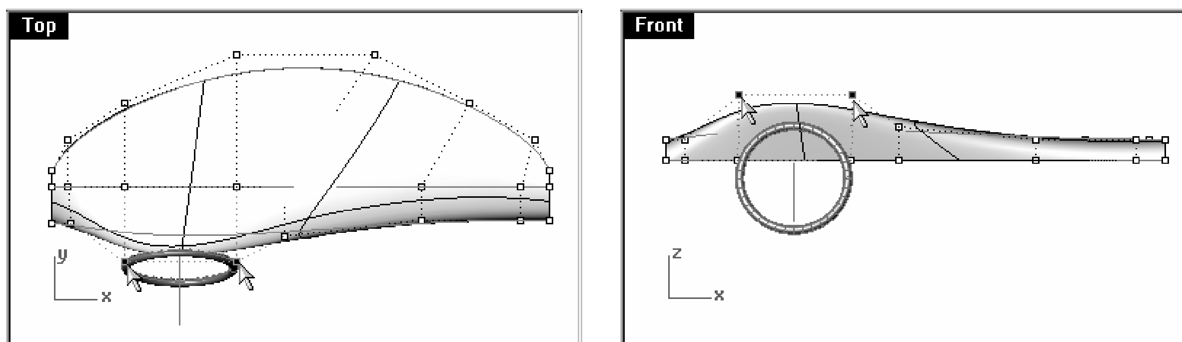
8 在**設定控制點權值**對話框中，將划桿拉到最右側。

改變控制點的權值會提高或減少您對與這些控制點最接近的曲面形狀的控制能力。

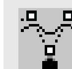


9 在 **Top** 或 **Front** 作業視窗中，使用**推移鍵**移動這些控制點。

注意，在接近權值被改變的控制點處的曲面形狀會較爲尖銳。



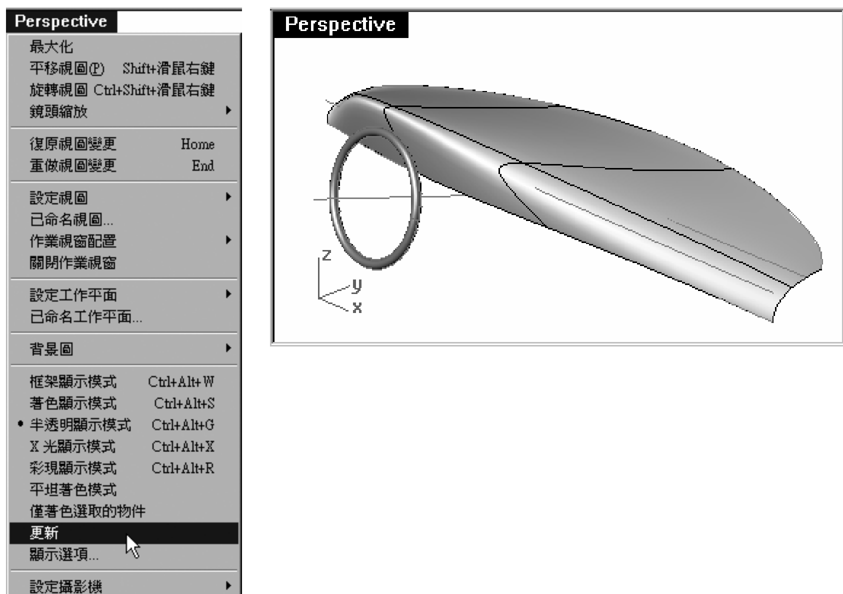
附註：



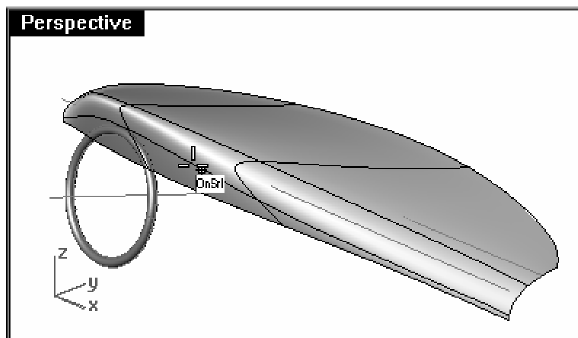
編輯控制點權值

附註：

如果彩現網格的形狀無法配合控制點的移動而改變，請使用**作業視窗標題功能表**中的**更新**指令。在作業視窗標題上按右鍵，可以顯示**作業視窗標題功能表**。**RefreshShade** 指令可以重新計算被選取物件的彩現網格。



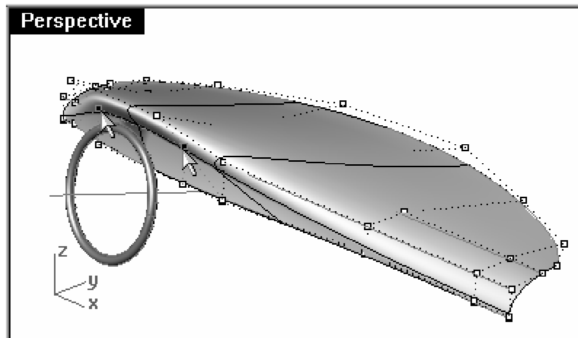
10 如果您想控制曲面上範圍更小的局部形狀，可以使用 **InsertKnot** 指令 (編輯功能表：控制點 > 插入節點) 在曲面 U 方向底部邊緣控制點和第二排控制點之間加入一排控制點。



InsertKnot 指令可以在曲面的 U 方向、V 方向或同時在兩個方向上對稱地加入節點。

在這個指令執行時，曲面的結構線會被醒目提示，盡可能地將節點插入於現有(被醒目提示)的結構線之間的中點，

11 **推移**下圖中的控制點，使曲面稍微往內凹陷。



盡可能地保持整個曲面結構的簡潔。

只有在有需要的地方加入節點，當曲面的控制點數不足以讓曲面形成您所要求的形狀時，才在局部加入節點。

加入更多的控制點代表您在編輯或整平曲面時需要調整更多的控制點。

附註：

建立偏移曲面：

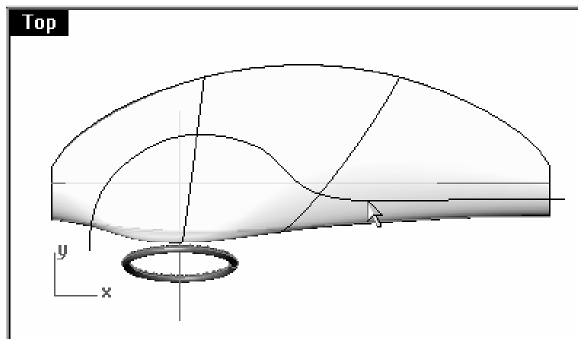
當您對整個曲面的形狀覺得滿意時，您可以加入其它細節，更進一步完成這個模型。

這個曲面在經過偏移和修剪後可以形成如本章節第一張圖例一樣的造形。

當這個曲面的兩個方向都高於三階時可以得到最好的效果。您可以在物件內容裡看到這個曲面兩個方向的階數。

1 切換到 **Cutting Curves** 圖層。

2 畫出一條用來切割曲面的曲線。

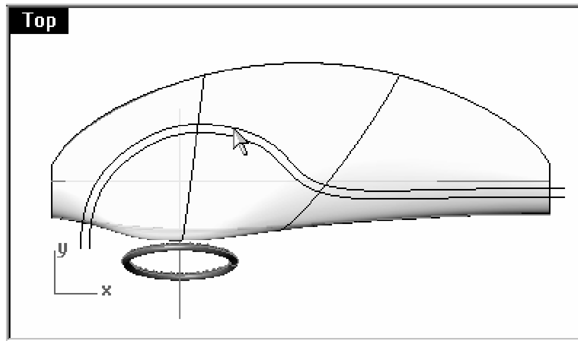


偏移曲面的內部連續性會比原來的曲面低一級。例如：內部連續為 G1 的曲面在偏移後內部連續會降為 G0，這可能會在曲面上不可見產生銳邊。雖然 Rhino 允許這樣的曲面存在，但這樣的曲面在後端作業中可能會發生問題。

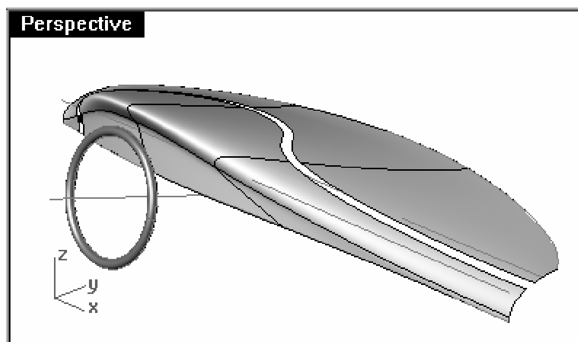
因此，如果您想要對曲面做偏移，最好以三階或以上階數的曲面來做偏移，這樣的曲面的內部連續是 G2 或以上，在偏移後曲面的內部連續至少還會保有 G1。變更雙向都是 2 階的曲面階數為 3 階，未必會使曲面的內部連續從 G1 變為 G2。曲面偏移後再提高階數也未必會改善曲面的內部連續。

附註：

3 使用 **Offset** 指令 (曲線功能表：偏移複製曲線) 將這條曲線偏移 **0.5** 英吋建立另一條曲線。

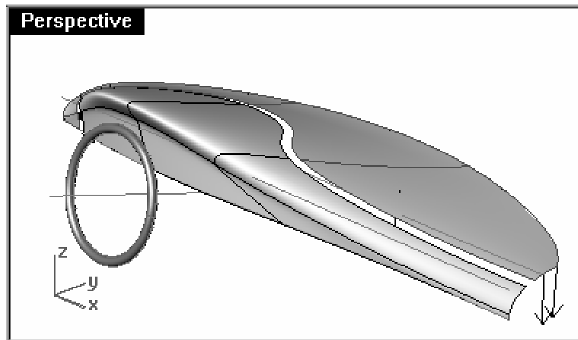


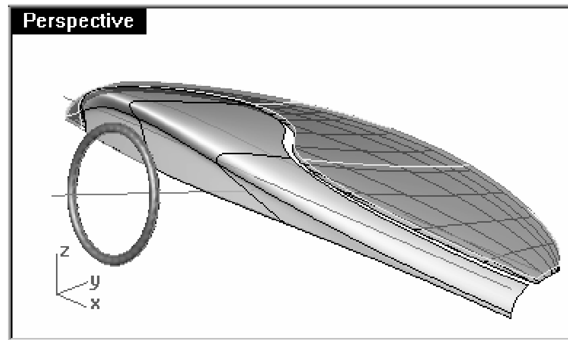
4 使用 **Trim** 指令 (編輯功能表：修剪) 修剪掉兩條曲線之間的曲面。



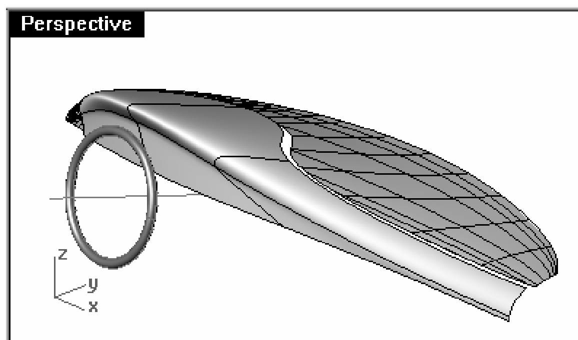
附註：

5 使用 **OffsetSrf** 指令 (曲面功能表：偏移複製曲面) 將前面的曲面往下偏移 **0.25** 英吋。



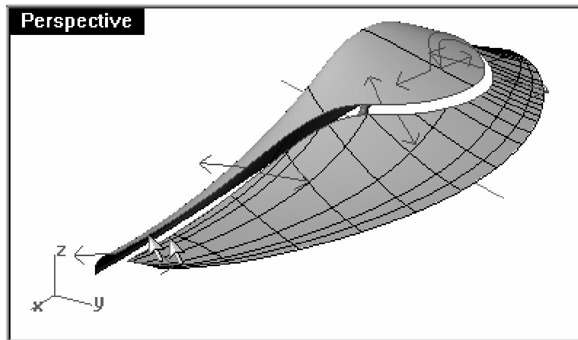


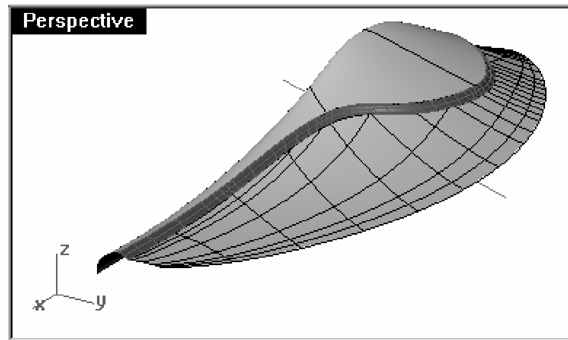
6 刪除原來的曲面。

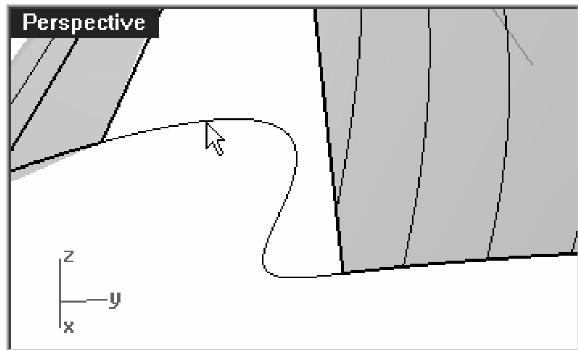


附註：

7 使用 **BlendSrf** 指令 (曲面功能表：混接曲面) 在兩個曲面之間建立混接曲面。o







在這裡我們示範的是快速地在曲面上建立一條裝飾用的皺褶變化。

調整 **BlendSrf** 的混接轉折滑桿，使混接曲面的斷面形狀如左圖一樣。

8 有空的話，您可以自行增加更多的細節。



附註：

12 疑難排解

有些 Rhino 的作業在某些情形下會造成"損壞的物件"，損壞的物件可能會造成其它指令作業失敗、著色和彩現不良或匯出物件發生錯誤。

在建模過程中經常使用 **Check** 指令(分析功能表：檢測 > 分析)或 **SelBadObjects** 指令（分析功能表：檢測 > 選取損壞物件）是很好的習慣。盡早發現模型中的損壞物件並將其修復會比在以這個損壞物件建立其它物件後才發現容易修復。

如果建模的目是彩現或得到一個網格物件，只要這個模型不需要再進備後端作業做爲實際生產之用，一些小錯誤是可以被忽略的。

如果模型要以 NURBS 匯出到其它像是機構或加工程式中作業，最好盡可能地將所有錯誤去除。

分析檢測工具通常被用於修復從其它程式匯入的物件。

常用方法

不論物件是在 Rhino 或其它程式中建立的，分析檢測作業都是一樣的。在經過多次的實際作業後，您會發現一些典型的問題，並發展出修復這些問題的作業程序。

儘管修復物件的技巧可能因檔案而異，我們將會著重於修復問題檔案的常用方法。

從乾淨的檔案開始

如果可以，花點時間在匯出檔案的程式裡整理要被匯出的物件，匯出"乾淨"的物件有助於提升後續作業的效率。遺憾的是通常您可能沒有機會參與物件從其它程式匯出前的作業。

附註：

檔案修復指引：

1 **開啓**檔案。

2 **隱藏**或**刪除**多餘的檔案。

使用 **SelDup** 指令（編輯功能表：選取物件 > 重複物件）找出重複的物件將其刪除或是移動到"重複"圖層裡，以備在後序作業中需要使用到這些物件。



選取重複物件

3 **隱藏**曲線和點物件。

使用 **SelSrf** 指令（編輯功能表：選取物件 > 曲面）選取所有單一曲面或使用 **SelPolysrf** 指令（編輯功能表：選取物件 > 多重曲面）選取所有多重曲面，使用 **Invert** 指令（編輯功能表：選取物件 > 反選）反選物件，然後將所有被選取的物件移動到另一個隱藏的圖層，畫面中會只剩下曲面和多重曲面。

4 檢查是否有損壞物件。

Check 和 **SelBadObjects** 指令可以判斷模型中是否存在結構有問題曲面，如果有損壞物曲面被選取，將其移動到"損壞物件"圖層，以便需要時可以再次使用這個物件。



選取損壞物件

如果損壞的物件是多重曲面，使用 **ExtractBadSrf** 指令從多重曲面上抽離損壞的曲面。

您可以修復這些損壞的曲面，然後再用 **Join** 指令將修復的曲面與多重曲面上沒有問題的曲面再次組合在一起。

5 使用 **ShadedViewport**，以肉眼檢查模型。

模型看起來是您所預期的樣子嗎?有任何可見的缺面嗎?有曲面延伸超過正確的位置嗎?修復曲面會用到的修剪曲線可能位於"重複"圖層裡。

6 檢查**文件內容**對話框中**單位**頁面下的**絕對公差**設定。

絕對公差設定合理嗎?自由造型曲面建模需要合理的誤差容許值，相鄰的曲面邊緣銜接的誤差會小於絕對公差，越小的絕對公差會使曲面結構越複雜，Rhino 的操作效率會因此變差。當生產過程後端的程式無法處理或匯入小於某絕對公差的物件資料時，設定絕對公差小於此數值並沒有意義。

附註：

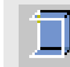
7 **組合** (編輯功能表：組合) 所有曲面。

在組合曲面時，曲面邊緣之間的誤差小於絕對公差時，曲面會被組合在一起。如果曲面邊緣之間的誤差大於絕對公差，曲面會無法組合。組合指令並不會改變幾何物件，而只是將距離小於絕對公差的兩個曲面邊緣標示爲同一個邊緣，並忽略兩個邊緣之中的一個邊緣。

檢查指令行顯示的結果，組合後的多重曲面數量是否是您所預期的?有些時候，匯入 IGES 檔案會產生重複的曲面。通常會有一個正確的曲面及一個內部修剪被移除的曲面。將其它曲面與這兩個曲面**組合**時，您無法控制哪一個曲面會與其它曲面組合。如果您懷疑發生這種問題時，試著組合露邊緣，如果外露邊緣無法被組合，**復原**到未組合前，刪除多餘的曲面，然後再**組合**一次。

8 檢查是否有外露邊緣。

外露邊緣是未和其它曲面邊緣組合的邊緣。在組合作業中，兩個曲面邊緣間的距離大於絕對公差時會留下外露邊緣。外露邊緣的產生可能是因爲建模時的疏忽、匯入 IGES 檔案時的絕對公差設定不正確或模型中存在重複的曲面。如果您在執行 **ShowEdges** 指令 (分析功能表：邊緣工具 > 顯示邊緣) 後發現模型中有太多的外露邊緣時，可以考慮將模型復原到未組合之前，放寬絕對公差後再組合一次。這種情形可能是因爲模型是在比較大的絕對公差環境中建立的，然後匯入到公差比較小的作業環境所產生的。

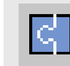


顯示邊緣

附註：只有在建模時更細心才能改善曲面邊緣之間誤差過大所造成的問題。

9 **組合**外露邊緣或重新建模。

組合外露邊緣是一個好壞摻半的權衡做法，可能會在後端作業中造成問題。如果組合邊緣的目的是將物件以實體匯出到實體軟體中作業，或將曲面物件轉換成爲網格物件(例如 STL 檔案)，您可以使用 **JoinEdge** 指令 (分析功能表：邊緣工具 > 組合兩個外露邊緣) 而不會造成任何問題。如果組合邊緣的物件是用來取得斷面曲線或大部分其它產生曲線的作業時，斷面曲線上會出現缺口，而不是封閉的曲線，因爲斷面曲線跨越以大於絕對公差距離組合的邊緣，斷面曲線的缺口是由兩個邊緣組合前的縫隙所產生的。如果曲面邊緣之間的縫隙小於絕對公差設定值的兩倍，您可以安心地繼續作業。如果曲面邊緣之間的縫隙過大時，考慮編輯或重建曲面，縮小縫隙。**Join** 和 **JoinEdge** 指令並不會改變曲面的幾何結構資料，而只是標示出距離小於絕對公差的兩個邊緣在組合後會被視爲一個邊緣。



組合兩個外露邊緣

附註：

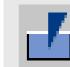
10 修復損壞的曲面。

最好能夠一次修復一個損壞曲面，並將修復的曲面與原來的多重曲面組合。爲了用最少破壞的方法和徹底的修復不能通過 **Check** 指令檢查的損壞曲面，您可以使用以下的方法：

- 重建邊緣
- 分離修剪曲線，重新修剪曲面。
- 重建曲面 (曲面形狀會改變)
- 取代損壞曲面 - 以周圍的曲面邊緣與從損壞曲面上取得的斷面曲線重新建立一個曲面取代損壞的曲面。

11 檢查是否有損壞物件

有些時候，通過檢查的曲面在與其它曲面組合成多重曲面後會出現錯誤，通常這種情形是因爲曲面邊緣在組合後產生微小的邊緣或修剪曲線短於修剪曲面的長度小於絕對公差。抽離相鄰的曲面，檢查每一個曲面，使用 **MergeEdge** 指令 (分析功能表：邊緣工具 > 合併邊緣) 去除微小的邊緣，然後再次組合曲面。當您得到一個封閉的多重曲面(沒有外露的邊緣)，而且可以通過 **Check** 指令的檢查時就算成功了。當您在組合和修復曲面時，不斷地以 **Check** 指令檢查曲面是很好的習慣。


合併邊緣


檢查物件

12 匯出

現在模型已經被修復了，而且可以稱爲乾淨的模型，您可以將模型以 IGES、Parasolid 或 STEP 檔案類型匯出到其它軟體中完成後續作業。

附註：

範例 27 — 疑難排解

嘗試以下步驟：

1 開啓模型檔案 **Check 01.3dm**。

這個檔案中有一個損壞物件。

2 開啓模型檔案 **Check 02.igs**。

這個檔案裡的模型有許多問題，這些問題是 IGES 檔案常見的問題。因為未正確修剪的曲面並不會被視為損壞物件，所以在修復並重新修剪損壞曲面之後，您必需找出其它未正確修剪的物件。

附註：

13 轉換 NRUBS 物件爲多邊形網格

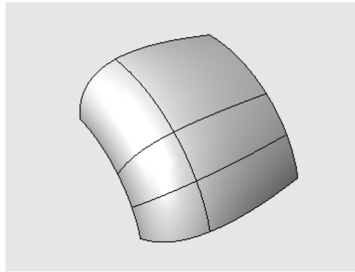
雖然 Rhino 是 NURBS 建模器，但也有一些工具可以建立和編輯多邊形網格物件。

處理多邊形網格時並沒有統一的方法，不同的情形需要使用不同的方法，後端作業的需要是決定使用何種方法轉換多邊形網格時最重要的考量。當轉換的網格是要做爲彩現之用時，網格轉換設定的要求較寬鬆。而轉換後的網格要被用於生產(NC 加工或快速成形)時需要有較嚴格的要求。

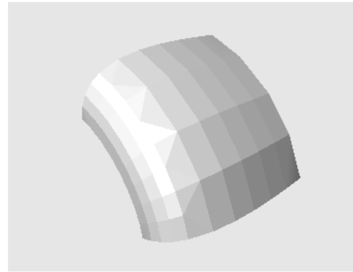
轉換網格用於彩現時，模型彩現的品質和彩現速度是考慮重點。您必需盡可能減少模型的網格數，而且讓彩現後模型的品質可以達到您的要求。模形網格的數量會影響彩現的效率，而太少的網格數量又不能達到您對模型最終彩現品質的要求。通常只要模形彩現後沒有太大的變形，網格轉換設定就算是正確的。

附註：

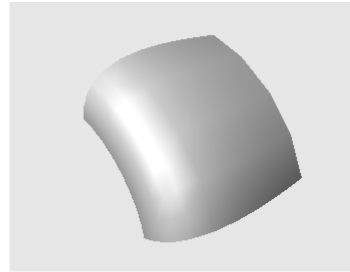
轉換網格用於生產時是完全不同的情形，網格是 NURBS 曲面的近似物件，您必需盡可能縮小網格與 NURBS 曲面之間的誤差，較大的誤差可能會非常明顯地出現在加工後的最終產品上。



原來的 NURBS 曲面。



當轉換的網格用於生產時，如果網格轉換設定不夠精細，您會在最終產品上看到明顯的多邊形網格邊緣。

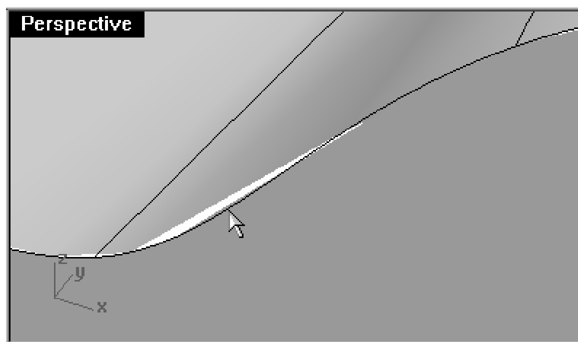


使用與左圖相同的網格轉換設定產生的網格用於彩現上時，彩現系統可以隱藏多邊形網格邊緣，將網格在視覺上"平滑化"，使網格看起較平滑，而不是真正的平滑。

範例 28 — 網格化

1 開啓模型檔案 **Meshing.3dm**。

2 將 **Perspective** 作業視窗變更爲著色顯示模式，觀察兩個曲面相接邊緣的轉角處。



這兩個曲面的相接邊緣在轉角處會有一些縫隙，從縫隙中可以看到作業視窗的背景顏色。

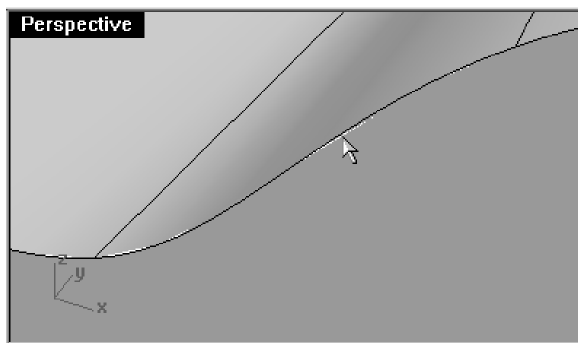
附註：

3 變更回框架顯示模式。

在框架顯示模式中，兩個曲面邊緣之間並不是真的有縫隙存在。您在著色顯示模式下看到的縫隙是因爲 Rhino 使用多邊形網格著色和彩現物件所產生的。因爲網格轉換設定不夠精細，所以您會比較清楚地看到每一個網格面的邊緣。

4 在**文件內容**對話框的**網格**頁面下，選擇**平滑的 & 較慢的**。

5 再次觀察兩個曲面相接邊緣的轉角處。

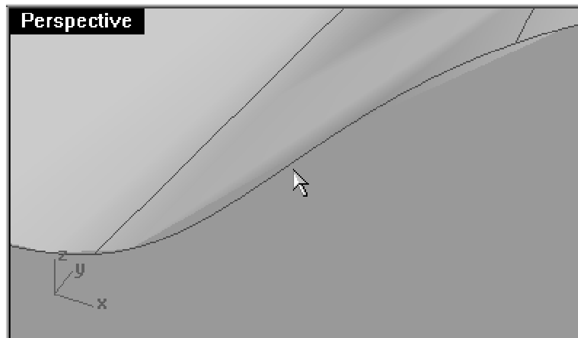


轉角處的曲面邊緣看起來較平滑了，但仍然有縫隙存在。

雖然您可以**自訂**更精細的網格轉換設定進一步移除著色網格邊緣上的小縫細，但因爲網格轉換設定會影響整個檔案裡所有物件的網格轉換，會造成網格轉換速度變慢，降低著色和彩現效率到不能接受的程度。將相鄰的曲面組合成多重曲面可以讓您不必使用更精細的網格而仍然可以移除這些縫隙。

附註：

6 將三個曲面**組合**成一個多重曲面。

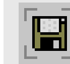


曲面在相接邊緣處的網格會自動做精修，使網格邊緣完全銜接在一起，除去原來可見的網格縫隙。

Rhino 會儲存著色時的多邊形網格，在往後需要著色模型或重新開啓檔案時不必再重新做網格轉換以節省時間，但網格的資料量可能會非常多，檔案會明顯變大。

7 從**檔案**功能表中選擇**最小化儲存**。

這樣做會將彩現網格的資料移除，以節省檔案所占的磁碟空間。



最小化儲存

附註： NURBS 曲面轉換成**彩現**和**著色**顯示模式下所使用的網格在框架顯示模式中是不可見的，而且不可以被編輯。所有物件的網格轉換統一由**文件內容**對話框中**網格**頁面下的設定所控制，您不能在不同的物件使用不同的網格轉換設定。

附註：

建立多邊形網格

以 **Mesh** 指令建立的是可見、可編輯的網格，而且可以與建立此網格的 NURBS 物件分離。

Rhino 有兩種方法可以控制網格的密度：**一般設定**和**進階設定**。**一般設定**的滑桿可以粗略地控制網格多邊形的密度，**進階設定**裡有六個設定值和四個核取選項可控制建立網格的精細度。

網格轉換是以三個逐步精細化的步驟作業：初期四角網格、精修、調整修剪邊界，這些步驟由程式自動控制，您無法看到這些步驟的過程。

在稍後的範例中，我們會討論進階設定裡的六個控制網格轉換精細度的數值，並以圖示說明這些數值在模型上造成的引響。

最大角度 - 兩個相鄰網格面的最大角度，數值越小網格轉換越慢，可以得到較精細的網格轉換，多邊形的數量較多。

最大長寬比 - 初期四角網格多邊形的最大長寬比。

最小邊緣長度 - 數值越大網格轉換越快，網格轉換較不精細，多邊形數量較少，用以控制四角網格或三角網格邊緣的最小長度。

最大邊緣長度 - 數值越小網格轉換越慢、多邊形數量越多、多邊形網格大小會比較一致。當**精修**被勾選時，所有多邊形的邊緣會被細分，直到所有的邊緣都小於這個數值。這個數值也大約是初期四角網格邊緣的最大長度。

邊緣至曲面的最大距離 - 數值越小網格轉換越慢、網格轉換越精細、多邊形數量越多。這個數值會將初期網格細分使所有多邊形邊緣中點到 NURBS 曲面的最大距離大約等於這個數值。當**精修**被勾選時，網格會被進一步細分直到所有多邊形邊緣的中點到 NURBS 曲面的最大距離小於這個數值。

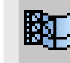
初期四角網格的最小數目 - 數值越大網格轉換越慢、網格轉換越精細、多邊形數量越多且分佈較平均。這大約是網格在還未精修前四角網格的最小數目，如果您設定一個數值給它，並將其它所有數值設為 0，您所看到的就是精修前的初期四角網格。

附註：

以進階控制建立網格：

1 選取要轉換網格的 NURBS 物件。

2 執行 **Mesh** 指令 (工具功能表：多邊形網格 > 從 NURBS 物件)。



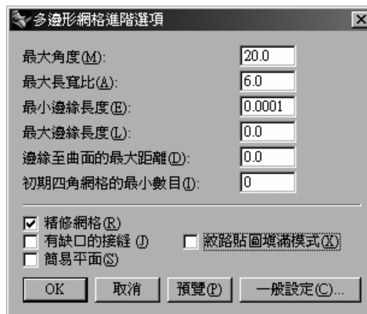
從 NURBS 物件建立網格

會彈出**多邊形網格選項**對話框。



3 在**多邊形網格選項**對話框中，按下**進階控制**。

會彈出**多邊形網格進階選項**對話框，對話框中的設定在您結束 Rhino 時會儲存到 Windows 登錄檔。



附註：

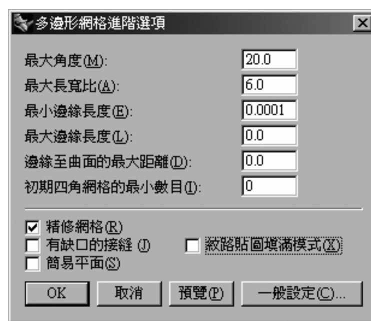
4 在**多邊形網格進階選項**對話框中設定如下：

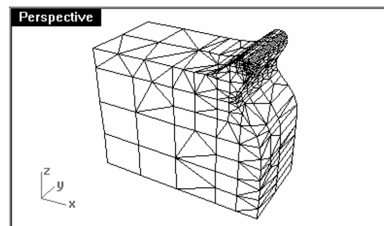
勾選**精修**。

取消**有缺口的接縫**。

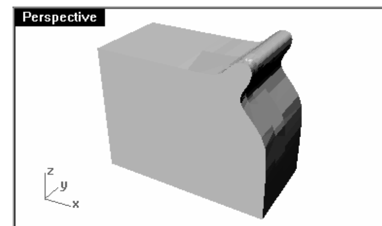
取消**簡易平面**。

按 **OK**。





即可由預設的網格轉換設定建立網格。



5 **隱藏**原來的多重曲面，並使用**平坦**著色顯示模式檢視網格。

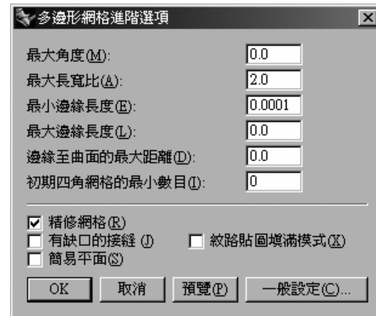
您在**平坦**著色顯示模式下看到的模型就是以這個密度的網格設定做快速成形或 NC 加工後模型的樣子。

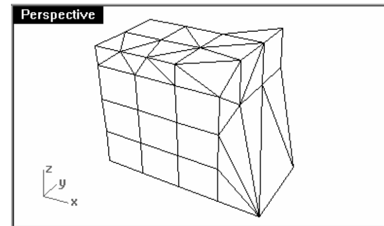


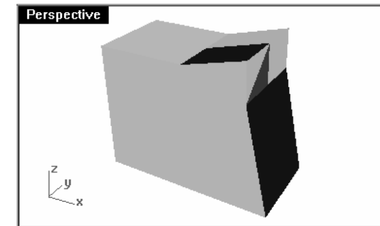
平坦著色模式

附註：

6 **復原**之前的網格轉換作業，再一次執行 **Mesh** 指令，然後在**多邊形網格進階選項**對話框中設定如下。

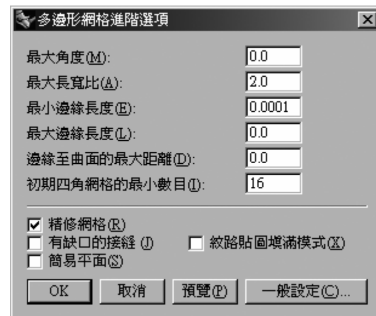


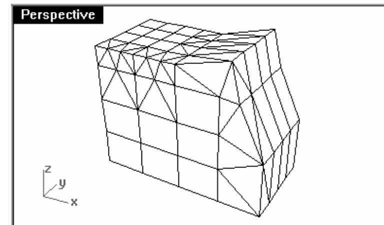


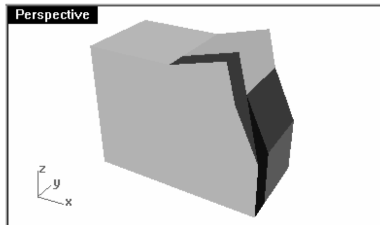


請注意網格多邊形的數量、形狀和平坦著色顯示模式下網格的品質。

7 **復原**之前的網格轉換作業，再一次執行 **Mesh** 指令，然後在**多邊形網格進階選項**對話框中設定如下。

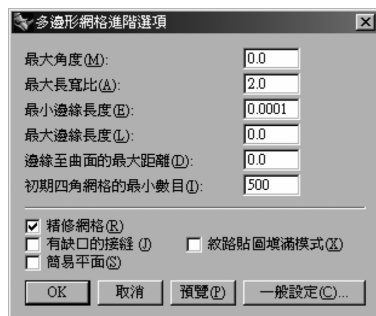


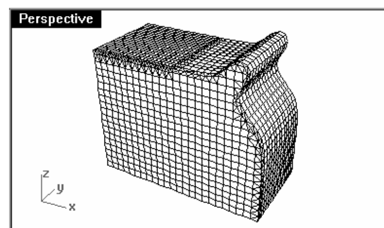


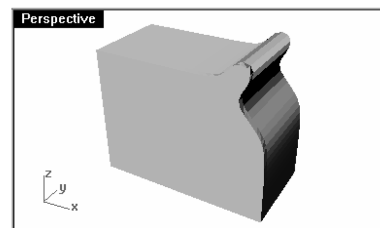


請注意網格多邊形的數量、形狀及平坦著色顯示模式下網格的品質。

8 **復原**之前的網格轉換作業，再一次執行 **Mesh** 指令，然後在**多邊形網格進階選項**對話框中設定如下。

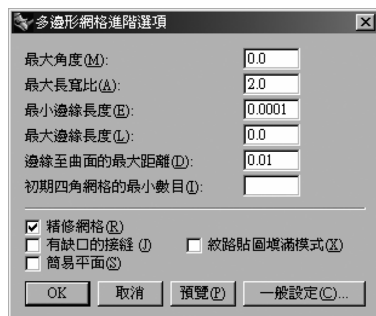


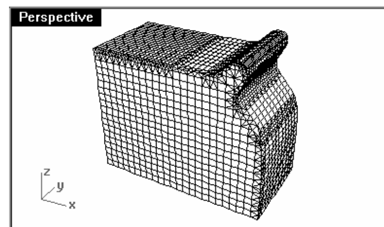


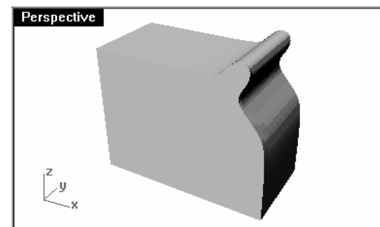


請注意網格多邊形的數量、形狀及平坦著色顯示模式下網格的品質。

9 **復原**之前的網格轉換作業，再一次執行 **Mesh** 指令，然後在**多邊形網格進階選項**對話框中設定如下。







請注意網格多邊形的數量、形狀及平坦著色顯示模式下網格的品質。

附註：

第四章：彩現

附註：

14 在 Rhino 裡彩現

在 Rhino 裡，彩現模型非常容易，只要加入材質、燈光即可彩現模型。

基本的 Rhino 彩現器裡有許多控制選項，可以讓您彩現俱有特殊效果的影像。

稍後的範例中，我們會以沒有結構線的彩現，調整顏色、透明度和環境燈光產生特別的效果。

範例 29 — Rhino 彩現

1 開啓模型檔案 **Finished Detergent Bottle.3dm**。

2 從**彩現**功能表中選擇**目前的彩現器**，然後選擇 **Rhino 彩現**。

3 在**文件內容**對話框的 **Rhino 彩現**頁面下，勾選**使用已關閉圖層上的燈光**。

4 選取瓶身，然後執行 **Properties** 指令，在**材質**頁面下，指定一個顏色給瓶身，設定光澤度類型爲塑膠，並給予一個光澤度數值。

5 選取瓶蓋，然後執行 **Properties** 指令，在**材質**頁面下，指定一個顏色給瓶蓋，設定光澤度類型爲塑膠，並給予一個光澤度數值。

附註：

6 以 **Perspective** 作業視窗彩現。



彩現時顯示結構線：

1 執行 **DocumentProperties** 指令。

2 在文件內容對話框的 **Rhino 彩現**頁面下，勾選彩現曲線和結構線。

3 以 **Perspective** 作業視窗做彩現。



彩現後模型結構線的顏色為圖層的顏色，因為結構線的顏色是被設定為以圖層。

附註：

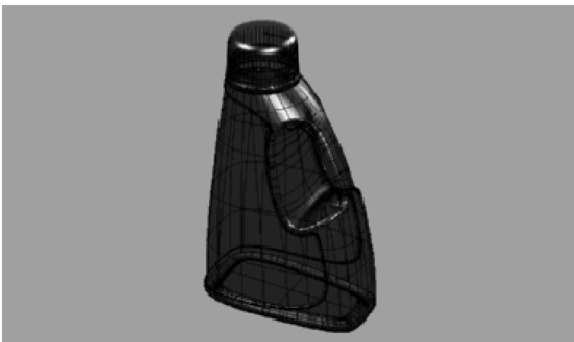
4 執行 **Properties** 指令，在物件頁面下，變更顏色爲黑色，以 **Perspective** 作業視窗再做一次彩現。



彩現模型上的結構線變爲黑色了。

彩現有結構線的透明材質：

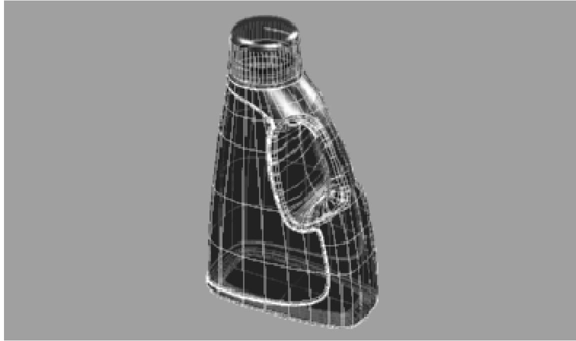
1 執行 **Properties** 指令，在材質頁面下，設定透明度爲 **90**，以 **Perspective** 作業視窗做彩現。



彩現模型上的結構線是黑色的，瓶身材質爲透明的。

附註：

2 執行 **Properties** 指令，在物件頁面下，變更基本的顏色為白色，以 **Perspective** 作業視窗做彩現。

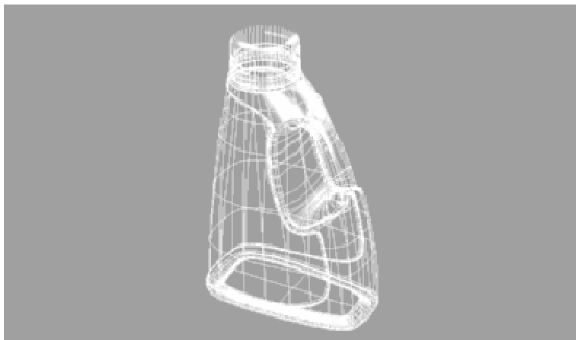


彩現模型上的結構線是白色的，瓶身材質為透明的。

3 執行 **Properties** 指令，在材質頁面下，變更基本的顏色為白色，以 **Perspective** 作業視窗做彩現。

4 執行 **DocumentProperties** 指令。

5 在文件內容對話框中的 **Rhino 彩現**頁面下，變更環境燈光的顏色為白色，以 **Perspective** 作業視窗做彩現。



彩現模型上的結構線是白色的，但瓶身背面的結構線顏色的色調不一樣。

6 您可以使用不同的設定做實驗，彩現您所需要的效果。

7 開啓 **Lights** 圖層，調整燈光的內容，產生更多細節變化的彩現影像。

附註：

附註：

15 使用 Flamingo 彩現

以 Flamingo 呈現 Rhino 模型的彩現影像非常容易。只要加入材質、燈光、環境即可彩現模型。

使用 Flamingo 功能強大的材質編輯器，您可以混合各種顏色、反射、透明度、高亮 、數張點陣圖或程序式貼圖產生一種材質。

稍後的範例中，我們會加入環境設定、材質和燈光，建立自訂的材質，編輯材質和在物件上加上貼紙，彩現場景。



附註：

範例 30 — Flamingo 彩現

- 開啓模型檔案 **Mug.3dm**。

設定 **Flamingo** 爲目前的彩現器：

- 從 Rhino 的**彩現**功能表中選擇**目前的彩現器**，選後選擇 **Flamingo Raytrace**。

設定彩現內容：

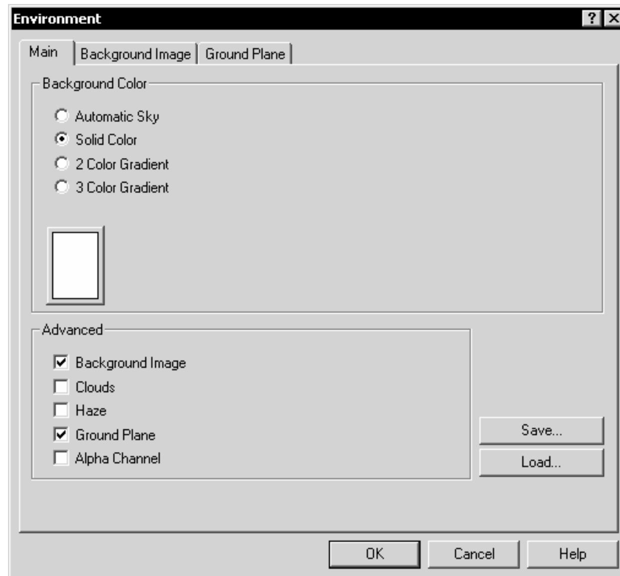
彩現內容包括：環境設定、日光、季節性植物、彩現和環境燈光設定。

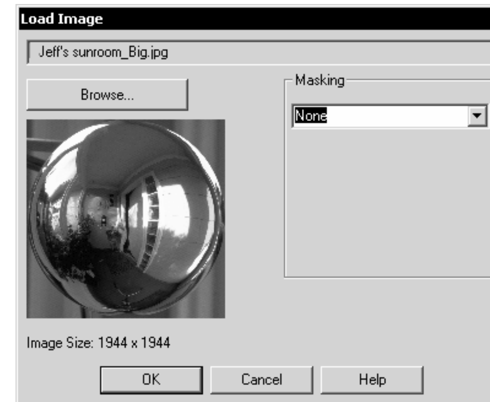
1 從 **Raytrace** 功能表中選擇 **Properties**。

2 在**文件內容**對話框的 **Flamingo** 頁面下，按下 **Environment** 設定背景如何顯示或加入特殊的效果，例如：無限延伸的地平面或薄霧。

附註：

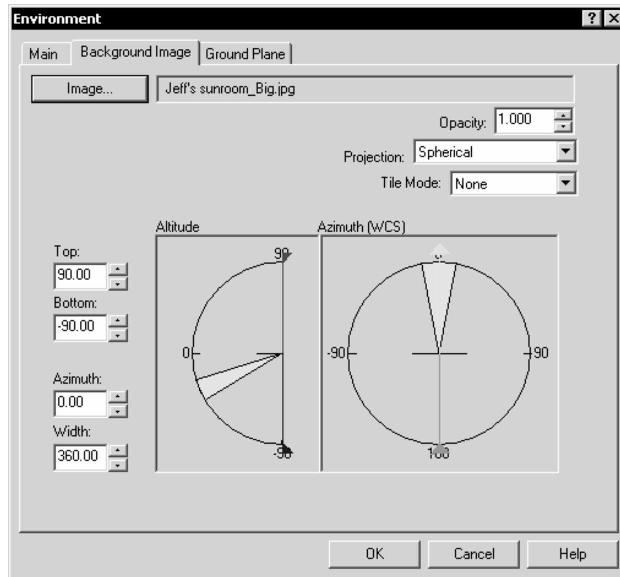
3 在 **Environment** 對話框中，勾選 **Background Image**，選取 **Jeff's Sunroom_Big.jpg** 做爲背景。





附註：

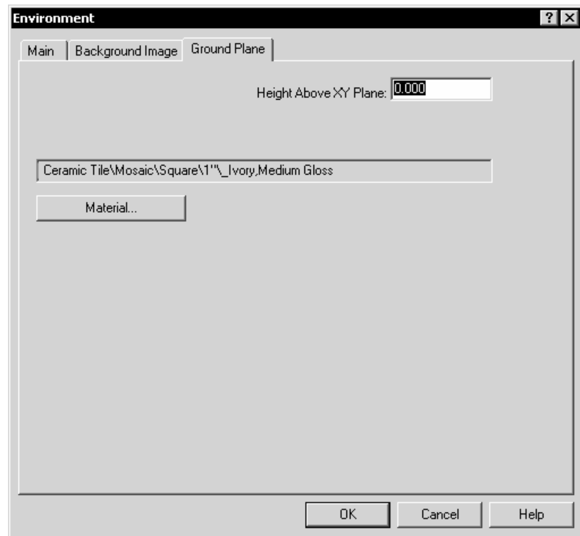
4 在 **Background Image** 頁面下，變更 **Projection** 為 **Spherical**。



5 在 **Environment** 對話框的 **Main** 頁面下，勾選 **Ground Plane**。

附註：

6 在 **Ground Plane** 頁面下，按 **Material**，從 Flamingo 材質庫中選取 **Ceramic Tile > Mosaic > Square 1” > Ivory > Medium Gloss**，然後連續按數次 **OK** 跳出所有對話框回到 Rhino 的作業視窗。



7 從 **Raytrace** 功能表中選擇 **Render**，彩現 **Perspective** 作業視窗。

指定 **Flamingo** 材質到圖層：

1 開啓**圖層**對話框。

2 在**圖層**對話框中，選取 **Floss Blister** 圖層，並按下它的**材質**欄。.

3 在**材質**對話框中，選取**以下列指定**下的**外掛程式**。

4 按**瀏覽**開啓 Flamingo 的材質資料庫。

5 從 **Material Library** 對話框的 Mug 資料庫中選取 **Blister Plastic**，按 **OK**。

6 在**材質**對話框中，按 **OK**。

附註：

7 關閉**圖層**對話框。

加入燈光

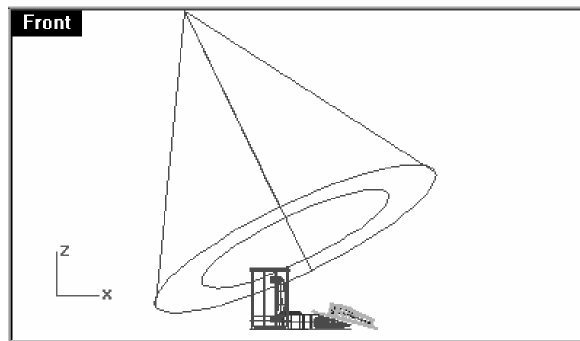
到目前為止我們使用的是 Flamingo 的預設燈光，這個隱形的預設燈光位於視圖攝影機的左上方。這個燈光足以照亮整個模型場景，以便讓您開始在場景中擺放燈光。預設燈光只有在場景中不存在任何燈光時才會開啓，而且不可被修改。我們必需加入自訂的燈光，才可以控制燈光的設定。

加入燈光：

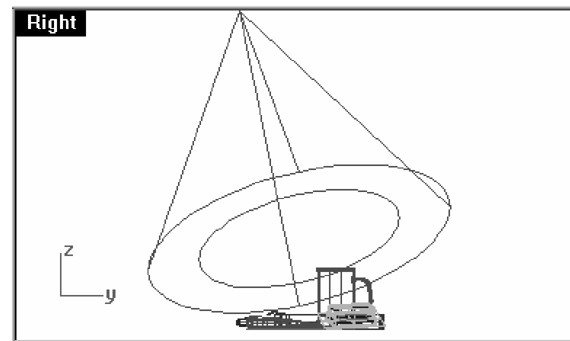
1 從**彩現**功能表中選擇**建立聚光燈**。

2 在指令提示下，建立一個大聚光燈，這個聚光燈的位置是在場景前方稍高的地方往下照射(如下圖)。

使用垂直模式或開啓聚光燈的控制點，移動控制點將聚光燈移動到定位上。

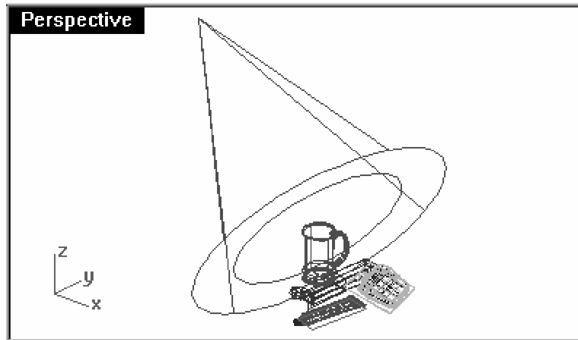


Front 視圖中的聚光燈。



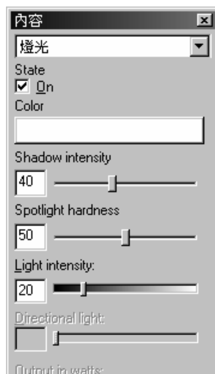
Right 視圖中的聚光燈。

附註：



Perspective 視圖中的聚光燈。

3 設定聚光燈的內容如下：



4 從 **Raytrace** 功能表中選擇 **Render**。

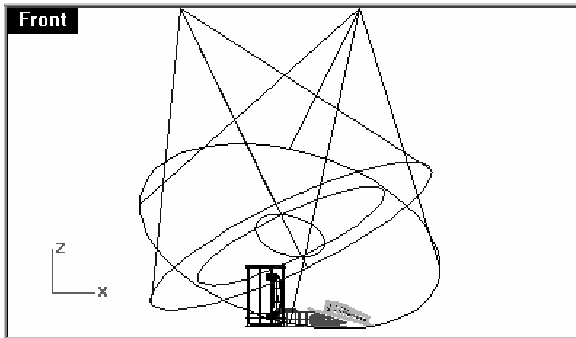
這樣的設定可以建立不錯的彩現影像，但在場影中有二或三個燈光會有更好的彩現效果。我們會再加入另一個燈光在馬克杯上產生高亮反射。

附註：

加入第二個燈光：

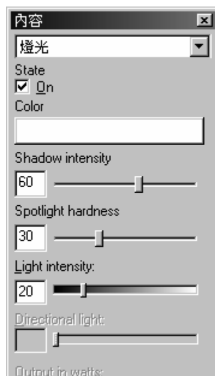
1 選取第一個燈光。

2 在 **Top** 作業視窗中，以 Y 軸為鏡射軸，鏡射第一個燈光到 Y 軸的另一側。



Front 視圖中的聚光燈。

3 設定第二個聚光燈的內容如下：



4 從 **Raytrace** 功能表中選擇 **Render**。

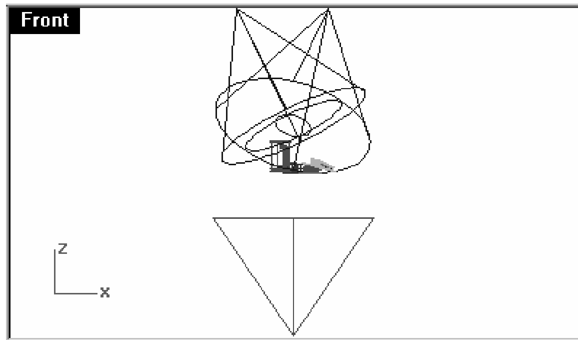
附註：

加入第三個聚光燈：

1 從**彩現**功能表中選擇**建立聚光燈**。

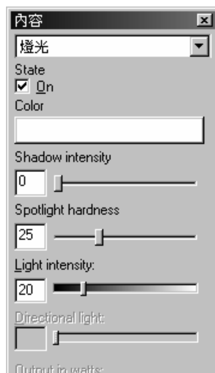
2 在指令提示下，建立一個大聚光燈，這個聚光燈的位置是在場景下方往上照射(如下圖)。

這個燈光會加入一點亮度到牙膏軟管和牙線盒的下方。



前視圖中的聚光燈。

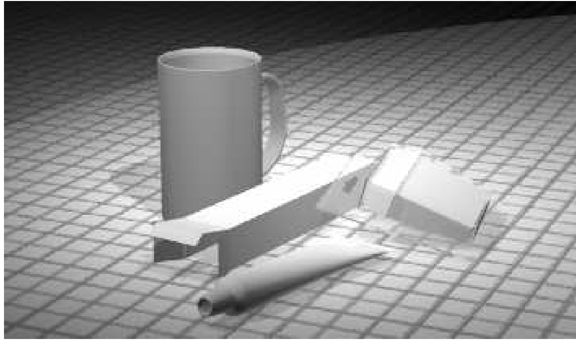
3 設定第三個聚光燈的內容如下：



這裡非常重要的一點是，您必需將第三個燈光的 Shadow Intensity 設定為 0，光線才能穿過地平面。

附註：

4 從 **Raytrace** 功能表中選擇 **Render**。



以圖檔建立材質並指定給圖層：

1 開啓**圖層**對話框。

2 在**圖層**對話框中，點選 **Mug** 圖層的**材質欄**。

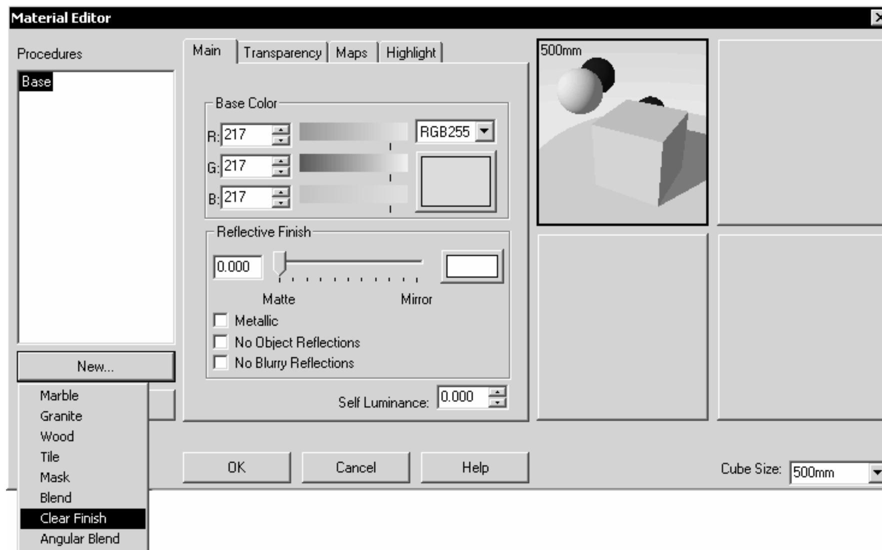
3 在**材質**對話框中，選取**以下列指定**下的**外掛程式**使用 Flamingo 材質。

4 按**瀏覽**開啓 Flamingo 的材質資料庫。

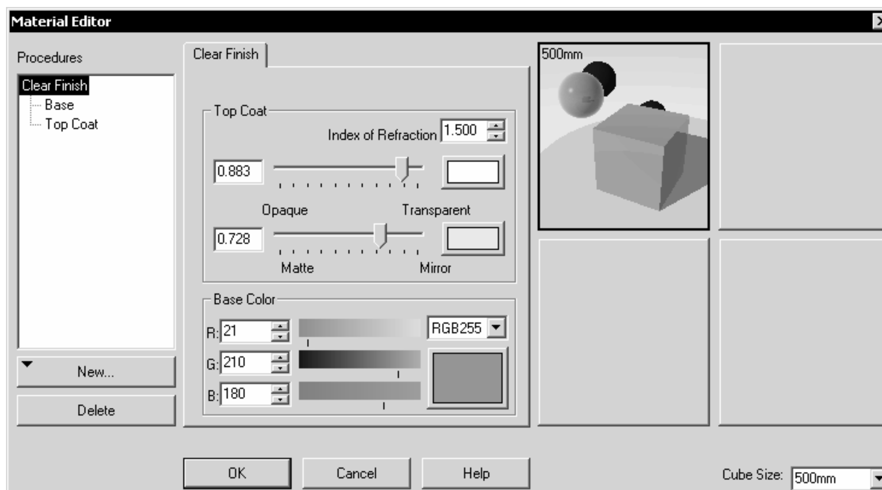
5 在 **Material Library** 對話框的**材質**功能表中選擇 **New**，然後選擇 **Default Gray**。

附註：

6 在 **Material Editor** 對話框的 **Procedures** 區域中按下 **New**，選擇 **Clear Finish** 給予此才質多層亮光漆。

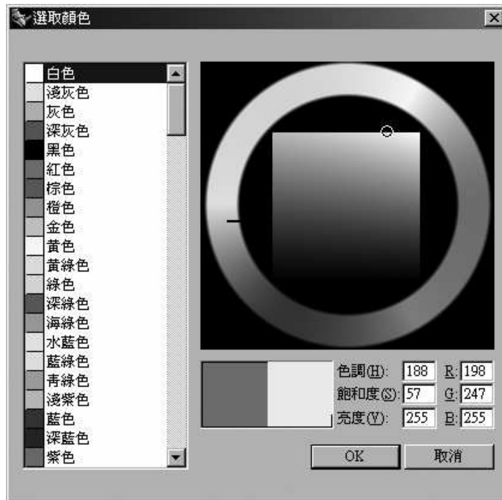


7 在 **Material Editor** 對話框的 **Procedures** 樹狀清單中，選取 **Clear Finish**，設定 **Base Color** 爲綠色(R=21、G=210、B=180)。

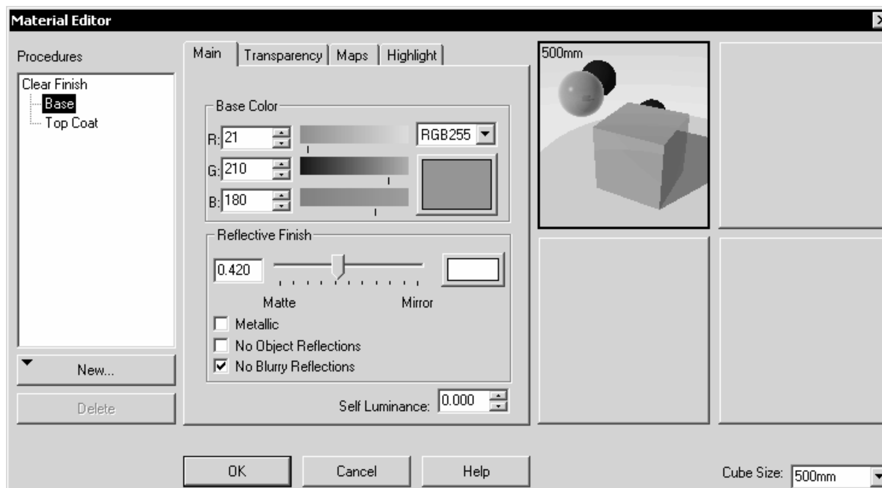


附註：

8 在 **Top Coat** 的 **Mirror** 加入顏色 (R=198、G=247、B=255) 增加真實感。



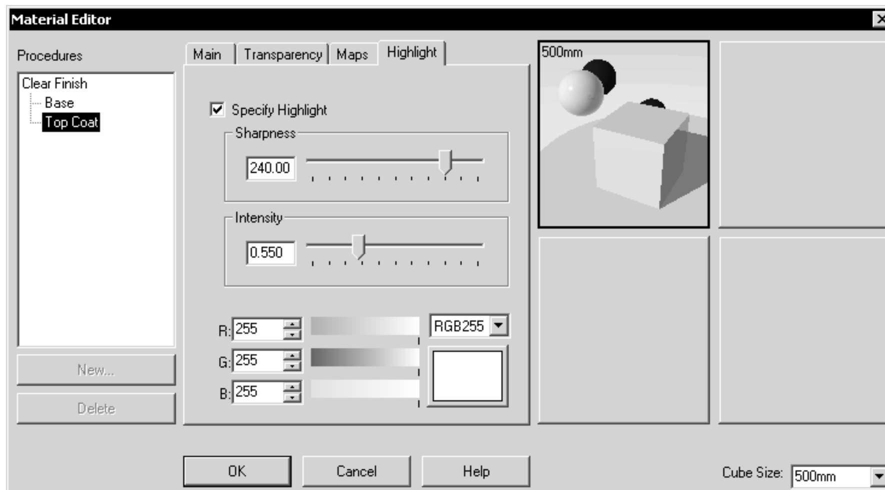
9 在 **Material Editor** 對話框的 **Procedures** 樹狀清單中，選取 **Base**，移動 **Reflective Finish** 滑桿到中間附近或直接鍵入數值 **0.420**。



附註：

10 在 **Material Editor** 對話框的 **Procedures** 樹狀清單中，選取 **Top Coat**。

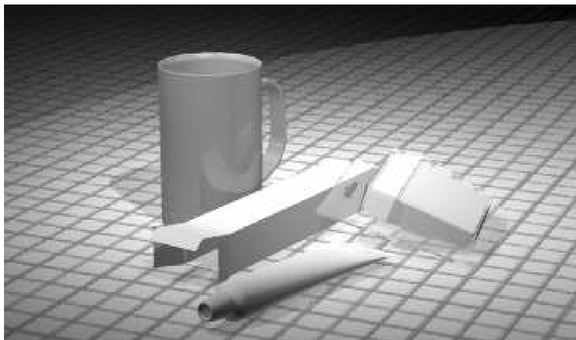
11 在 **Highlight** 頁面下，勾選 **Specify Highlight**，設定 **Sharpness** 爲 **240** 和 **Intensity** 爲 **0.550**。



12 將這個材質存到 Mug 材質資料庫下，命名爲 **Green Ceramic**。

13 按數次 **OK** 關閉所有對話框，並關閉**圖層**對話框。

14 從 **Raytrace** 功能表中選擇 **Render**。



附註：

圖檔和凹凸貼圖

除了用顏色以外，您也可以使用圖檔做爲材質，包括：掃描照片、實際產品上的圖案、壁紙、地毯、繪圖軟體繪製的圖形、其它彩現程式材質庫裡的紋理圖檔、其它來源的點陣圖...等。

貼圖可以使用點陣圖創造出更細緻的材質，您可以使用圖檔變化材質表面的特性，包括：顏色花樣和看起來像是立體的凹凸貼圖或是程序式貼圖在物件表面做隨機的材質紋路變化。

使用圖像建立新材質並指定給物件：

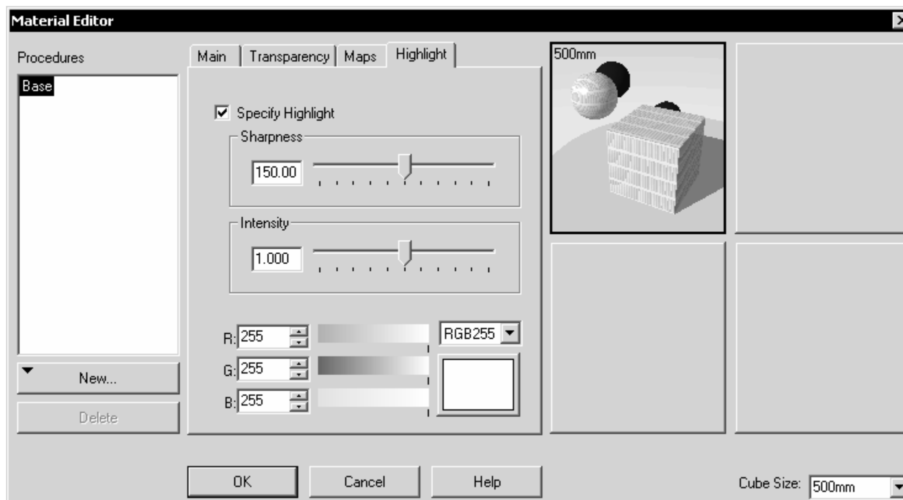
1 選取牙膏軟管的蓋子。

2 從**編輯**功能表中選擇**物件內容**。

3 在**材質**頁面下，選取**外掛程式**，然後按**瀏覽**開啓 Flamingo 材質庫。

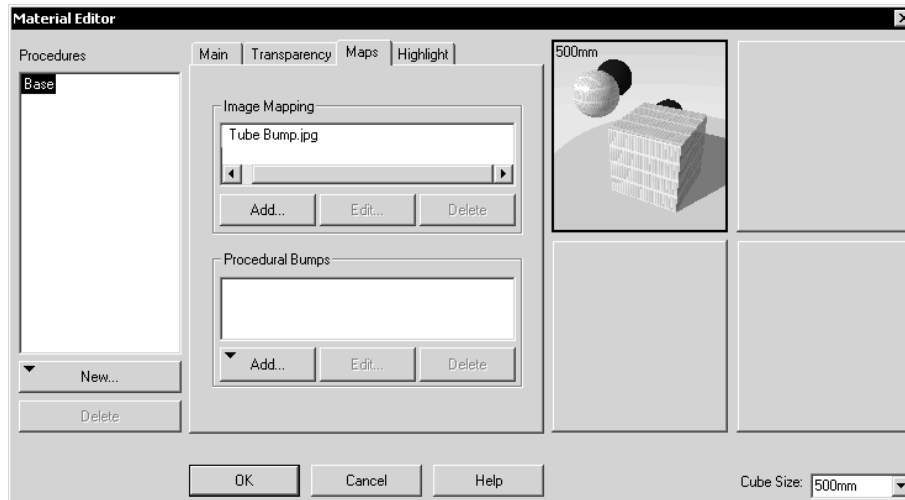
4 在 **Flamingo/Plastics > White > Smooth** 中的一個材質上按右鍵，選擇 **New**，再選擇 **Use current material as template**。

5 在 **Material Editor** 對話框的 **Highlight** 頁面中，勾選 **Specify Highlight**，調整 **Sharpness** 和 **Intensity**。



附註：

6 在 **Material Editor** 對話框的 **Map** 頁面中，按下 **Image Mapping** 下的 **Add**。



7 在 **Select Bitmap** 對話框中，開啓 **Tube Bump.jpg**。

彈出 **Image Mapping** 對話框。

8 在 **Image Mapping** 對話框中，按 **OK**。

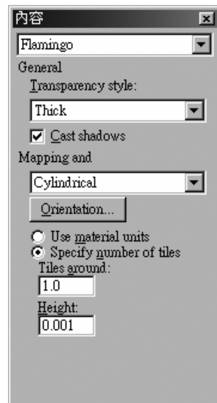
9 在 **Material Editor** 對話框中，再按一次 **OK**。

10 在 **Save Material As** 對話框中，將這個材質命名爲 **Toothpaste Cap**，儲存到 **Mug** 材質庫下。

11 在 **Material Library** 對話框中，按 **OK**。

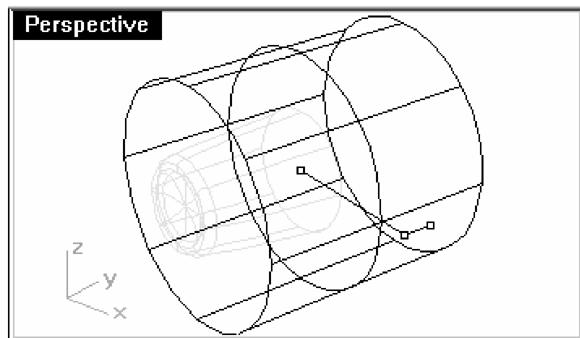
附註：

12 在內容對話框的 **Flamingo** 頁面的 **Mapping and tiling** 下拉清單中選擇 **Cylindrical**，然後設定 **Tiles around** 的數目和高度。



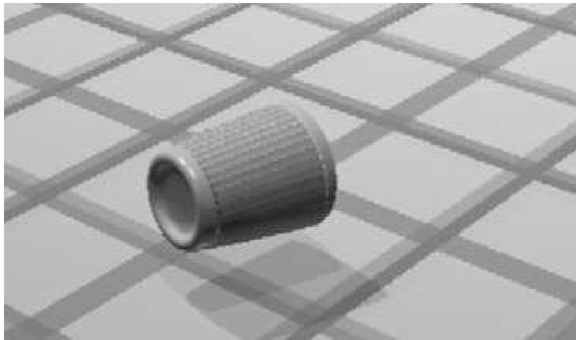
13 在 **Flamingo** 頁面中，按 **Orientation**。

14 定位貼圖座標圓柱到蓋子的中心點，並以拖曳點移動此圓柱到大約與瓶蓋對齊的位置。



附註：

15 從**彩現**功能表中，選擇**彩現**。



Decals (貼紙)

Decal 是 Flamingo 將點陣圖投影到物件上某個位置時使用的方法。

Decal 會告訴 Flamingo 如何將陣圖投影到物件上，投影方式有 Planar、Cylindrical、Spherical、UV 四種，說明如下：

Planar (平面)

Planar 投影是最常用的貼圖方式，這種方式適用於在平面或曲面弧度不大的物件上貼圖。

Cylindrical (圓柱)

Cylindrical 投影適用於將 Decal 投影到單一方向有弧度的物件上。

Cylindrical 投影會將貼圖的垂直方向與圓柱的中心軸對齊，平面方向則環繞在圓柱上，就像酒瓶上的標籤一樣。

Spherical (球形)

Spherical 投影適用於將平面的貼圖投影到兩個方向都有弧度的物件上。Spherical 投影會將貼圖的垂直方向(高)與球體的中心軸對齊，包覆到球體上(從球體的一極到另外一極)。貼圖的水平方向則包覆到球體的赤道。

附註：

在預設的情形下，球體的赤道是與目前的工作平面平行，球體的中心軸則與目前的工作平面垂直，您可以重新定位對齊方向。

UV

UV 投影會將貼圖延展到整個曲面，曲面的 U 和 V 方向決定如何投影貼圖，並無法直接控制。UV 投影適用於在自由造型、頭髮、皮膚、植物結構上貼圖。在修剪過的曲面或多重曲面上只有一部分的貼圖會出現在曲面上。UV 投影會將貼圖延展到曲面完整的 UV 範圍，如果曲面的某些部分被修剪過，曲被修剪掉的曲面相對應的貼圖部分並無法顯示。

以平面投影 **Decal** 貼圖：

1 選取牙膏盒。

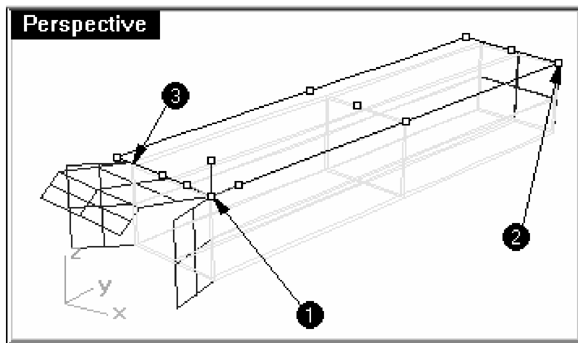
2 從**編輯**功能表中選擇**物件內容**。

3 在內容對話框的 **Decals** 頁面中，按 **Add**，選取 **Minty Green-Box Upper.jpg**，按開啓，選取 **Planar**，按 **OK**。

4 在指令提示下，使用物件鎖點指定三個點定位 Decal 的 **Location** (1)、**Width** (2)、**Height** (3)的方向。

這三個點用來定義 Decal 平面的位置和範圍，Decal 平面必需放置在物件的表面或是表面後方。Decal 會從 Decal 平面投影到物件表面上，物件位於 Decal 平面後的表面並不會顯示 Decal 貼圖。

在放置 Decal 後，您可以拖曳 Decal 上的點，移動、旋轉或延展 Decal 的框架。



5 按 **Enter** 或滑鼠右鍵確認位置變更。



6 繼續在盒子其它的面和兩端放置 Decal 貼圖。

在盒蓋折片上需要使用其它的控制。

在平面 **Decal** 上使用遮罩：

1 選取牙膏盒的盒蓋折片。

2 從**編輯**功能表中選擇**物件內容**。

附註：

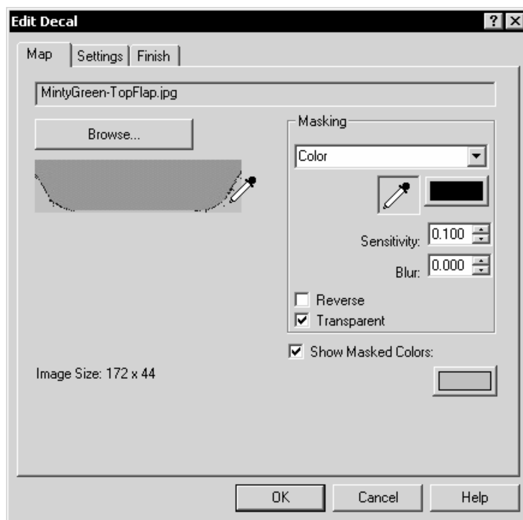
附註：

3 在內容對話框的 **Decals** 頁面中，按 **Add**，選取 **Minty Green-TopFlap.jpg**，選取 **Planar**，按 **OK**。

4 在指令提示下，使用物件鎖點指定三個點定位 Decal 的 **Location** (1)、**Width** (2)、**Height** (3)的方向。

5 在 **Edit Decal** 對話框的 **Map** 頁面中，在 **Masking** 下拉式清單中選擇 **Color**。

使用滴管工具點選貼圖的黑色部分，並勾選 **Transparent** 選項。



貼圖中的黑色部分在彩現時會變成透明的。

6 繼續在牙膏盒側面及盒蓋上放置 Decal 貼圖。

附註：

7 從 **Raytrace** 功能表中點選**彩現**。



8 使用平面投影在牙線盒和牙膏軟管上放置 Decal 貼圖。

檔案中洋紅色的矩形可用來幫助您放置 Decal 貼圖。





以圓柱投影 Decal 貼圖

圓柱兩端的平面預設是與目前的工作平面平行，圓柱的中心軸是與目前的工作平面垂直。

1 選取馬克杯。

2 執行 **Properties** 指令 (編輯功能表：物件內容...)。

附註：

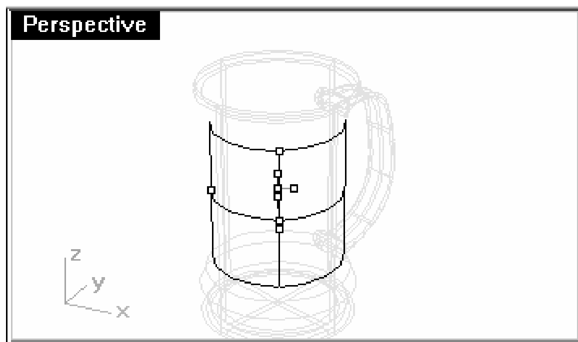
3 在內容對話框中的 **Decals** 頁面下，按 **Add**。

4 開啓 **Sailboat-002.jpg**。

5 在 **Decal Mapping Style** 對話框中，選擇 **Cylindrical**。

6 在指令提示下，指定放置 Decal 投影圓柱的兩個點：**Center of cylinder** 和 **Radius/Diameter**。

您可以拖曳圓柱框架上的點，移動、旋轉或縮放 Decal 投影圓柱。



附註：

7 按 **Enter** 或滑鼠右鍵確認圓柱的位置。

此時會彈出 **Edit Decal** 對話框，您可以在此對話框中設定貼圖的各項內容。



8 從**彩現**功能表中點選**彩現**。



9 開啓和牙刷相關的圖層。

附註：

10 對材質和燈光做必要的調整，完成最終的彩現影像。

